SONDERHEFT

PCGH
PC Games Hardware

Grafikkarten-Tuning

Aufrüsten vermeiden, Hochpreise aussitzen

PC tunen, neu bauen oder aufrüsten?

PC 2022

1. PC-Beratung 45 Seiten

2. PC-Tuning 25 Seiten

3. PC-Wissen 7 Seiten

Fünf aktuelle Bauvorschläge

Der richtige PC für jedes Budget

Gezielt und clever tunen

Mehr Leistung – kostenlos!

Kaufberatung Grafikkarten, Prozessoren und mehr

Fehlkäufe vermeiden

€ 6,99
Ausgabe 03/2021
Österreich € 8,00 | Schweiz sfr 13,- |
Holland/Belgien/Luxemburg € 8,30

4 195756 806993 03

Seasonic®

THE HEART OF YOUR SYSTEM

DESIGN AWARD 2021

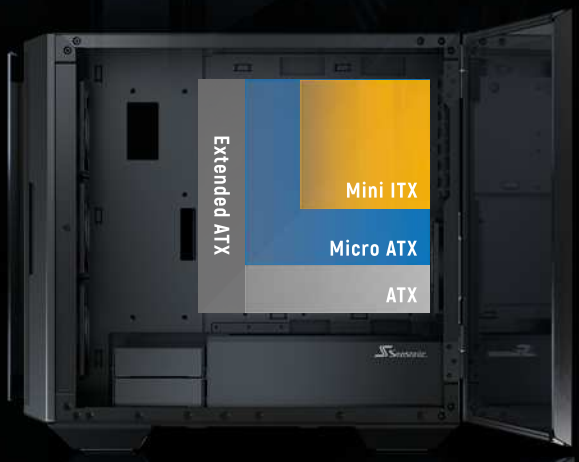
reddot winner 2021

SYNCRO Q704

- Innovatives Kabelmanagement durch integriertes SYNCRO Connect Modul
- Vier hochwertige SEASONIC-NIDEC FDB Fans
- Platz für zwei 360mm Radiatoren
- Einfache Installation und Reinigung
- Invertiertes Design

One Clean Solution

ERSTES GEHÄUSE/NETZTEIL KONZEPT VON SEASONIC!



tweakers INNOVATION

GAME ZOOM Leistung & Innovation Seasonic SYNCRO Q704

TECHNIK AWARD HARDWARELUXX

INNOVATION TECHPOWERUP

850 W / 750 W / 650 W

ALTERNATE · CASEKING.de · BORA COMPUTER · BRACK.CH · K&M COMPUTER · cyberport · digitec.ch · Mindfactory.de · notebooksbilliger.de

Editorial

Den PC auf Budget und Bedürfnisse zugeschnitten: Konkrete Bauvorschläge in diesem Heft machen die Komponentenwahl denkbar einfach.

Danke für nichts, liebe Miner! Während wenige Menschen mit massenhaft Grafikkarten irgendeine virtuelle Währung schürfen, müssen massenhaft Gamer darauf warten, wenige oder gar überhaupt eine Grafikkarte zu einem halbwegs vertretbaren Preis ergattern zu können. Inzwischen sollte der Mainstream des PC-Gamings schon längst in 4K/UHD-Auflösung und dreistelligen Bildfrequenzen angekommen sein, aber die stromverbrennende Massenschürfung bremst die technische Evolution des PC-Gamings aus.

Aber genauso wenig wie wir unsere Produkttests wegen chronischer Nichtlieferbarkeit und Überpreisung einfach einstellen können, dürfen Sie selbst in diesen Zeiten ruhig ans Aufrüsten oder PC-Neukaufen denken. Klar, es gab schon bessere Zeiten für PC-Komponenten, aber hier und da gibt es Mittelklasse-Hardware, die bezahlbar ist oder der Preisaufschlag nicht allzu schmerzhaft ausfällt.

Wir präsentieren Ihnen die derzeit empfehlenswerten Komponenten für Spieler, vom Preisbrecher über die Mittelklasse bis zum High-End-Boliden, und zeigen, wo sich das Aufrüsten (nicht) lohnt. Das Herz dieses Sonderhefts bilden die beispielhaften PC-Zusammenstellungen für verschiedene Einsatzzwecke und Budgets, beginnend beim Spar-PC für „Office+“, bis hinauf zum supermächtigen Alleskönner. In jedem Bauvorschlag ist außerdem der Zusammenbau bebildert, sodass Sie vor Fallstricken gefeit sind. Außerdem präsentieren wir für jeden PC maßgeschneiderte Tipps zur Optimierung. Abgerundet wird dieses Sonderheft von reichlich Praxis rund um weiteres Tuning an diversen Stellschrauben (Takt & Details) sowie einer brandneuen Bestandsaufnahme zum Trendthema Raytracing.

Manuel Christa
PC Games Hardware

Das IT-Magazin für Gamer!

PC Games Hardware: Immer aktuell mit Kaufberatung, Hintergrundartikeln und Praxistipps

Erhältlich an jedem Kiosk oder Heft bequem online bestellen unter: www.pcgh.de/shop

COMPUTEC
marquard group

Ein Unternehmen der Marquard Media Group AG
Verleger Jürg Marquard

Verlag Computec Media GmbH
Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth
Telefon: 0911/2872-100
leserpost@pcgameshardware.de
www.pcgameshardware.de | www.pcghx.de

Geschäftsführer Christian Müller, Rainer Rosenbusch

Brand/Editorial Director (V.i.S.d.P.) Thilo Bayer (tb), verantwortlich für den redaktionellen Inhalt, Adresse siehe Verlagsanschrift

Leitende Redakteure Raffael Vötter (Print, rv), Andreas Link (Online, al)
Redaktion Manuel Christa (mc), Richard Engel (re), Claus Ludewig (cl), David Ney (dn), Philipp Reuther (pr), Frank Stöwer (fs), Torsten Vogel (tv), Stephan Wilke (sw)
Mitarbeiter dieser Ausgabe Leo Schmidt (ls), Jan Hauck (jh), Nikolas Schonath (ns)
Layout Frank Pfründer (Ltg.), Alexandra Böhm
Layoutkoordination Alexandra Böhm
Titelgestaltung Frank Pfründer
Fotografie Heft tb, al, mc, re, dn, cl, fp, pr, fs, rv, tv, dw, sw
Bildnachweis Sofern nicht anders angegeben: PC Games Hardware
DVD-Produktion Thomas Dziewiszek

Produktion, Vertrieb, Abonnement Martin Closmann (Ltg.), Uwe Hönig
Marketing Jeanette Haag (Ltg.), Simon Schmid

www.pcgameshardware.de

Brand/Editorial Director Thilo Bayer
Redaktion Andreas Link (Ltg.), Manuel Christa, Richard Engel, Claus Ludewig, David Ney, Philipp Reuther, Frank Stöwer, Torsten Vogel, Raffael Vötter, Stephan Wilke
Digital Director Simon Fistrich
Business Development Christian Bol, Viktor Eippert (Projektmanager)
Entwicklung Markus Wollny (Ltg.), René Giering, Tobias Hartlehnert, Christian Zamora, Ali Adlah
Produktmanagement Aykut Arik
Webdesign Henning Jost, Daniel Popa

Anzeigen
CMS Media Services GmbH, Dr.-Mack-Straße 83, 90762 Fürth

Sales Director
Jens-Ole Quiel: Tel.: +49 911 2872-253; jens-ole.quiel@computec.de

Anzeigenberatung Print / Digital
Alto Mair: Tel.: +49 911 2872-144; alto.mair@computec.de
Bernhard Nusser: Tel.: +49 911 2872-254; bernhard.nusser@computec.de

Verantwortlich für den Anzeigenteil
Franziska Behme, Adresse siehe Verlagsanschrift

E-Commerce & Affiliate Daniel Waadt (Head of E-Commerce & Affiliate), Veronika Maucher, Andreas Szedlak, Frank Stöwer
Creation & Services Wolfgang Fischer (Head of Creation & Services), Jan Weingarten
Corporate Publishing Uwe Hönig (Head of Corporate Publishing)

Anzeigenberatung Online Ströer Digital Media GmbH, Kehrwieder 8-9, 20457 Hamburg
Tel.: +49 40 – 468 567-100
www.stroeer.de, kontakt@stroeer.de

Anzeigendisposition Franziska Behme, Annett Heinze, anzeigen@computec.de
Datenübertragung via E-Mail: anzeigen@computec.de

Es gelten die Mediadaten Nr. 34 (01/2021)

Abonnement – http://abo.pcgameshardware.de
Die Abwicklung (Rechnungsstellung, Zahlungsabwicklung und Versand) erfolgt durch DPV Deutscher Pressevertrieb GmbH als leistender Unternehmer.

Post-Adresse:
Leserservice Computec, 20080 Hamburg, Deutschland
Ansprechpartner für Reklamationen ist Ihr Computec-Team unter:

Deutschland
E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: 0911-99399098, Fax: 01805-8618002*
Support: Montag 07:00–20:00 Uhr, Dienstag–Freitag 07:30–20:00 Uhr, Samstag 09:00–14:00 Uhr
* (0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

Österreich, Schweiz und weitere Länder:
E-Mail: computec@dpv.de, Tel: +49-911-99399098, Fax: +49-1805-8618002
Support: Montag 07:00–20:00 Uhr, Dienstag–Freitag 07:30–20:00 Uhr, Samstag 09:00–14:00 Uhr

Abonnementpreis für 12 Ausgaben: Magazin € 48,- (€ 56,- Österreich, € 60,- Ausland), DVD € 62,- (€ 70,00 Österreich, € 74,- Ausland)

Einzelversand/Nachbestellung
Online: www.pcgh.de/go/shop, E-Mail: computec@dpv.de, Tel.: 0911-99399098 , Fax: 01805-8618002*
* (0,14 €/Min. aus dem dt. Festnetz, max. 0,42 €/Min. aus dem dt. Mobilfunk)

ISSN/Vertriebskennzeichen PC Games Hardware: 1616-6922 / B 53384

Vertrieb: DMV Der Medienvertrieb GmbH & Co. KG, Meßberg 1, 20086 Hamburg, Internet: www.dpv.de
Druck: IPRESS CENTER Central Europe Plc., Nádas st. 8., H-2600 Vác Ungarn

COMPUTEC MEDIA ist nicht verantwortlich für die inhaltliche Richtigkeit der Anzeigen und übernimmt keinerlei Verantwortung für in Anzeigen dargestellte Produkte und Dienstleistungen. Die Veröffentlichung von Anzeigen setzt nicht die Billigung der angebotenen Produkte und Service-Leistungen durch COMPUTEC MEDIA voraus. Sollten Sie Beschwerden zu einem unserer Anzeigenkunden, seinen Produkten oder Dienstleistungen haben, möchten wir Sie bitten, uns dies schriftlich mitzuteilen. Schreiben Sie unter Angabe des Magazins, in dem die Anzeige erschienen ist, inkl. der Ausgabe und der Seitennummer an: CMS Media Services GmbH, Franziska Behme, Anschrift siehe oben.

Einsendungen Manuskripte und Programme:
Mit der Einsendung von Manuskripten jeder Art gibt der Verfasser die Zustimmung zur Veröffentlichung in den von der Verlagsgruppe herausgegebenen Publikationen. Urheberrecht: Alle in PCGH veröffentlichten Beiträge bzw. Datenträger sind urheberrechtlich geschützt. Jegliche Reproduktion oder Nutzung bedarf der vorherigen, ausdrücklichen und schriftlichen Genehmigung des Verlags.

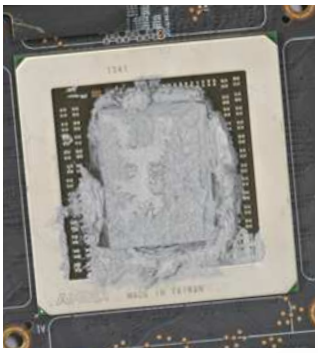
marquard group

Deutschland:
4PLAYERS, AREAMOBILE, BUFFED, GAMESWORLD, GAMEZONE, GOLEM, LINUX-COMMUNITY, LINUX-MAGAZIN, LINUXUSER, MAKING GAMES, N-ZONE, GAMES AKTUELL, PC GAMES, PC GAMES HARDWARE, PC GAMES MMORE, PLAY 4, RASPBERRY PI GEEK, VIDEOGAMESZONE

Marquard Media Polska:
CKM.PL, KOZACZEK.PL, PAPILOT.PL, SHOPPIEGO, ZEBERKA.PL

Marquard Media Hungary:
JOY, JOY-NAPOK, INSTYLE, SHOPPIEGO, APA, ÉVA, GYEREKLÉLEK, FAMIILY.HU, RUNNER'S WORLD

ab S. 62



Grafikkarten: Richtig konfigurieren, warten und tunen

Inwiefern bremsen acht Lanes oder PCI Express 3.0 statt 4.0? Wie übertaktet, undervoltet und kühlt man den Grafikbeschleuniger überhaupt richtig, um die aktuellen Hochpreise auszusitzen? Auch die Wahl einer neuen Grafikkarte ist sehr individuell, daher widmen wir dem Herzstück des Gaming-Rechners zahlreiche Seiten.

ab S. 68

Tuning: Mehr mit weniger

Die Grafikkarten-Krise verleitet nicht unbedingt zum Kaufrausch. Wir zeigen Ihnen, wie Sie mit ihrem betagten Grafikbeschleuniger auch aktuelle Titel stemmen.

ab S. 32

400 Euro: Preisbrecher-PC

In Zeiten von überteuerten Grafikkarten verzichten wir einfach auf diese und spielen mit einer Prozessor-integrierten Grafikeinheit – für insgesamt rund 400 Euro.

Heftinhalt

Kaufberatung

Prozessoren (CPUs) ... 6
Grafikkarten (GPUs) ... 14
Solid State Drives (SSDs) ... 20
Beispielkonfiguration #1: Preisbrecher-PC ... 32
Beispielkonfiguration #2: Einsteiger-PC ... 38
Beispielkonfiguration #3: Mittelklasse-PC ... 44
Beispielkonfiguration #4: High-End-PC ... 50
Beispielkonfiguration #5: Mini-PC ... 56

Praxis & Tuning

Grafikkarten-Tuning ... 62
Spiele-Detail-Tuning ... 68
Raytracing: Bestandsaufnahme & Ausblick ... 76

Service

Editorial & Impressum ... 3
Inhaltsverzeichnis ... 4

ENERMAX

650 | 750 | 850W

REVOLUTION D.F.

06/2021
PREIS-LEISTUNGS-TIPP
Enermax
Revolution D.F.
PCGH

80 PLUS GOLD

REVOLUTION D.F. Serie

80 PLUS® Gold zertifizierte Netzteilserie mit DC-to-DC-Technologie und Multi-Rail-Design für hohe Effizienz, Stabilität und Sicherheit. Vollmodulares Kabelmanagement für einfache Handhabung bei der Installation. Patentierte DFR-Technologie zur Reduzierung von Staubansammlung. Patentierter 13,9-cm-Lüfter mit Twister-Lager für nahezu unhörbare Laufgeräusche.

alternate.de | amazon.de | bora-computer.de | computeruniverse.net | csv-direct.de | jacob.de
kmcomputer.de | mediamarkt.de | nexoc-store.de | notebooksbilliger.de | otto.de | saturn.de

Bild: Romolo Tavani, 123RF

Prozessor-Leistung 2021+

Die beste CPU für jeden Einsatzzweck: Nach rund 2.000 Stunden Arbeit und über 3.000 praxisnahen Messungen haben wir die Antworten auf all Ihre Prozessor-Fragen.

Ein Prozessor gehört neben der Grafikkarte zu dem wichtigsten Werkzeug bei einem Spiele-PC. Ist die CPU nicht leistungsfähig genug, sind Ladezeiten länger, es treten häufiger Stocker auf und die generelle Arbeits- und Ansprechgeschwindigkeit des Computers fällt langsamer aus. Doch abseits von üblichen Büroarbeiten, wo auch heute noch ein Jahre alter Prozessor „Wunder" vollbringen kann, liegt der Fokus dieses Artikels ganz klar auf der Eignung für moderne PC-Spiele und fordernden Anwendungen. Die Auswahl der Benchmarks hat uns wie immer viel Kopfzerbrechen bereitet, da sich Spiele ebenso weiterentwickelt haben wie der Spieler. Heutzutage ist alles viel dynamisch, prozedural generiert und höchst zufällig angeordnet – ein Graus für jemanden, der mit einer statischen Szene die Leistung von Hardware festhalten und vergleichen möchte. Dieses „Problem" haben Anwendungen nicht, da kommt es nur auf die geballte Kraft der Rechenherzen an.

Die neue Testmethodik

Wenn PCGH einen Leistungsindex zusammenstellt, dann niemals überstürzt und leichtfertig, schließlich soll der neue Parcours mindestens ein Jahr überstehen und so lange einen realistischen Querschnitt zeichnen. Ein guter Spiele-Index sollte jede Nuance aktueller Games erfassen. Die Zusammenarbeit des CPU- mit dem GPU-Fachredakteur ist an dieser Stelle unabdingbar. Viele der Spiele im CPU-Index werden Ihnen daher als treuer Leser bekannt vorkommen, denn diese finden sich, zwar mit oft anderer Szene, genauso im GPU-Parcours wieder. Wir erheben somit den Anspruch, die CPU- und GPU-Leistung übergreifend vergleichbar zu machen. Das hat für Sie den Vorteil, dass Sie an den Benchmarks sehr genau ablesen können, welches Bauteil limitiert und wo sich ein Upgrade lohnen könnte.

An der regulären Messmethodik hat sich zum Vorjahr nicht viel verändert. Jede CPU wird vor den Benchmark-Durchläufen einer Aufheizperiode unterzogen, während der sich der Kerntakt (Boost) auf ein bestimmtes, von Modell zu Modell unterschiedliches Niveau absenkt. Dabei ist vor allem der erreichte All-Core-Boost wichtig, wohingegen jeder Prozessor über einen eigens definierten Single-Core-Boost verfügt, der entscheidend für die Performance sein kann. Im UEFI konfigurieren wir ein TDP-Limit: Jede CPU wird auf die Parameter konfiguriert, die der Hersteller für das jeweilige Modell vorsieht. Durch das Aufheizen zwingen wir jede CPU, in ihren Dauerlastzustand zu gehen, auf diese Weise vermeiden wir unrealistisch hohe Werte und ermöglichen einen fairen Vergleich. Die Taktfrequenz des verbauten Speichers wird ebenfalls auf die Herstellervorgabe forciert, die Menge mit 32 GiByte und die Timings (XMP) geben wir vor. Wir nutzen, wenn möglich, immer die neueste Version von Windows inklusive allen (Sicherheits-)Updates. Jeder Benchmark besteht aus drei Durchläufen, welche jeweils 20 Sekunden lang dauern. Wir erlauben dabei eine Fehlertoleranz von bis zu fünf Prozent was die Frametimes angeht. Dies erscheint auf den ersten Blick sehr hoch gewählt, ist bei Spielen wie Planet Zoo oder Anno 1800 aber zwingend notwendig, da diese selbst mit der schnellsten CPU noch große Unterschiede bei den Frametimes aufweisen. Im Extra-Kasten weiter unten finden Sie

eine erweiterte Übersicht der neuen Testsysteme. Nach wie vor wird die geringstmögliche 16:9-Auflösung genutzt, oft sogar mit minimaler Auflösungsskalierung, um ein GPU-Limit möglichst zu umgehen.

Alles von Hand gebaut

Wie in den Vorjahren stellen wir durch eigens erstellte Savegames mit speziellen Choreografien sicher, dass unsere Ziele erreicht werden. Beispielsweise laufen wir nur selten einfach geradeaus, auch wenn das wunderbar reproduzierbar ist. Meist bauen wir Schlenker und Drehungen ein, um den Streaming-Systemen der Spiele (und somit der Hardware) mehr abzufordern. Dies führt automatisch zu größerer Varianz im Frameverlauf und ist praxisnah.

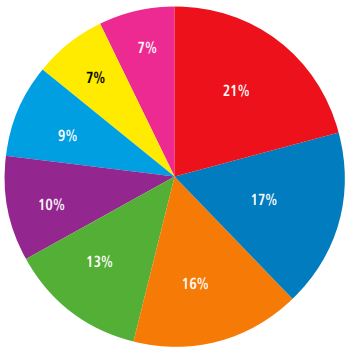
Jede der PCGH-Szenen ist über mehrere Wochen, teils Monate von verschiedenen Testern mit unterschiedlichen Spielversionen nachgestellt worden. Erst bei einwandfreier Reproduzier- und Zuverlässigkeit landet das Spiel im Bestand der festen Benchmarks. Kommt mit ein und demselben System immer wieder etwas anderes heraus oder torpedieren wöchentliche Updates oder Server-Downtimes das Prozedere, ist ein Titel nicht als dauerhafter Benchmark geeignet. Dieses Schicksal teilen alle reinen Multiplayertitel. Der hohe Chaosfaktor, dynamische Abläufe, wechselnde Wettereffekte und Events sowie unregelmäßige Serverwartungen führen dazu, dass wir derartige Spiele nur sporadisch und dann am Stück testen. Die gewonnenen Werte sind in der Regel nach kurzer Zeit veraltet. Wäre ein solches Spiel im Leistungsindex, kämen wir aus den Nachtests nicht mehr heraus. Die Alternative, das Zusammenmischen alter und neuer Werte, kommt nicht infrage.

Gerne würden wir Ihnen alle Spielstände bereitstellen, in Zeiten der Online-Zwänge mit Kontobindung und Mikrotransaktionen ist das jedoch bei einigen Spielen nicht möglich. Während Sie diese Zeilen lesen, arbeiten wir weiter an der jährlichen Aktualisierung des Benchmark-FAQ auf www.pcgh.de, welches nicht nur alle GPU-Benchmarks, sondern auch alle 20 CPU-Testspiele und -szenen zeigt, zudem auch die von uns genutzten Einstellungen und Schritte zum Nachstellen – selbstverständlich inklusive Videos aller Sequenzen. Dort finden Sie auch alle Spielstände, deren Übertragung zwischen verschiedenen Accounts möglich ist. Da Anwendungen keine Speicherstände haben, erfolgt online die Beschreibung der Benchmarks, sodass Sie sie nachstellen können.

Perzentile

Wir alle kennen und schätzen die Durchschnitts-Fps (Average) als Leistungsangabe, mindestens genauso wichtig sind jedoch die mehr oder minder regelmäßigen Ausreißer nach unten. Seit 2018 beherzigt PCGH diese Daten mithilfe sogenannter Perzentile. Dabei handelt es sich um eine Angabe aus der Statistik, den sogenannten Prozentrang. Hierfür werden alle ermittelten Einzelwerte ihrer Größe nach sortiert und in 100 Ranggruppen mit jeweils gleich vielen Mitgliedern eingeteilt. Aus der Lage der Gruppengrenzen, also der Höhe, die ein Messwert haben muss, um in eine bestimmte Gruppe zu kommen, lassen sich nun Aussagen über die Werteverteilung insgesamt ableiten. Für Benchmark-Messungen ist das Perzentil P1 (englisch „99th percentile“ oder auch „1% low Fps“) beliebt. Es entspricht dem niedrigsten Messwert, der größer als 99 Prozent aller Messwerte ist. Bei Frametimes bedeutet dies: Das schlechteste Prozent der Werte wird ausgeklammert und als Ausreißer nicht gewertet – umgekehrt ist es egal, wie viel besser die besseren 98 Prozent sind. Somit „verzeiht“ das P1 einer schnellen GPU oder CPU mit sehr vielen Einzelbildern mehr kurze Stocker, da genug Frames berechnet werden, um diese Ausrutscher zu kaschieren,

Welche CPU nutzen Sie für Spiele? (Auswahl)



- AMD Ryzen 7 5800X (8c/16t) 21%
- AMD Ryzen 7 3700X (8c/16t) 17%
- AMD Ryzen 9 5900X (12c/24t) 16%
- AMD Ryzen 5 3600 (6c/12t) 13%
- AMD Ryzen 9 3900X (12c/24t) 10%
- Intel Core i9 9900K(S) (8c/16t) 9%
- Intel Core i7-8700(K) (6c/12t) 7%
- AMD Ryzen 9 5950X (16c/32t) 7%

Teilnehmer: 810
Stand: August 2021

Das Warten auf schnellere Prozessoren mit integrierter Grafik-„Karte“ von AMD hat seit dem Erscheinen der Ryzen-5000-APUs endlich ein Ende.

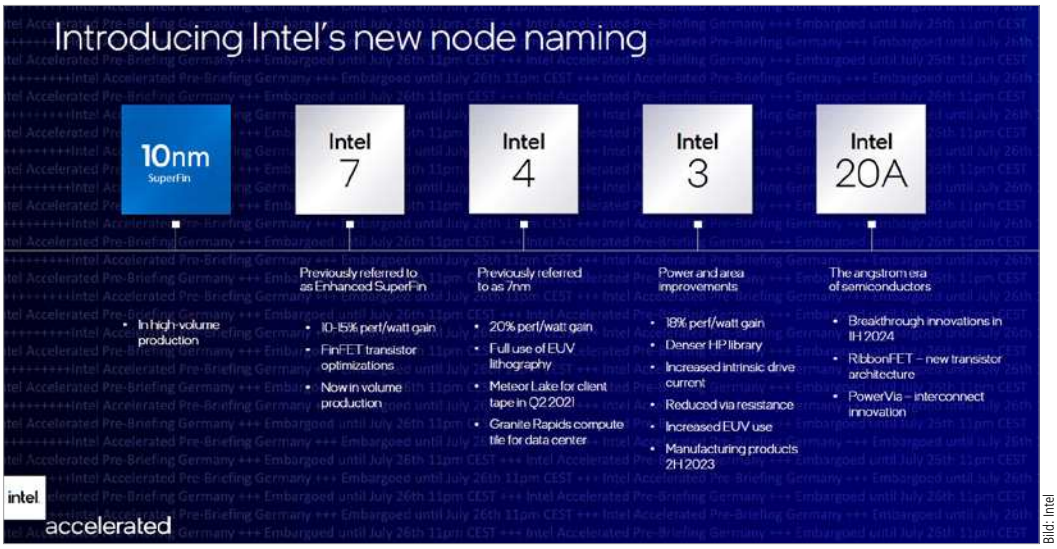


Bild: Intel

Intel 10 nm(+), 10 nm++, 7 nm, 5 nm und 3 nm sind Geschichte. Die Bezeichnungen müssen den Namen Intel 10, 7, 4, 3 und 20A weichen, welche im Wettbewerb mit den Bezeichnungen anderer Fertiger besser aussehen.

Die aktuell verwendeten Testsysteme

Als CPU-Fachredakteur verfügt man nicht nur über ein Testsystem, sondern theoretisch über alle Systeme in der Redaktion. Auf welcher Basis sich das alles zusammensetzt, erfahren Sie hier.

In der Tabelle sehen Sie die Basis des CPU-Testsystems. Wie gehabt wird alles über einen offenen Aufbau realisiert, was vor allem Zeitgründe hat. Die CPU-Kühlung hat ein Upgrade erfahren, damit uns auch im Sommer die Temperaturen keinen Strich durch die Rechnung machen. Wir benötigen dank der Abwärtskompatibilität des AM4-Sockels nur zwei AMD-Boards: MSI X570 Unify (Ryzen) und das Asus Sabertooth 990FX (AM3+) für Messungen mit alten FX- und Phenom-II-Prozessoren. (Threadripper bleiben erstmal außen vor.)

Das aktuelle PCGH-CPU-Testsystem

Grafikkarte	Asus Geforce RTX 3090 ROG Strix OC
Mainboards	Siehe Text
Arbeitsspeicher	32 GiB DDR4; 16 GiB DDR3; 64 GiB DDR4 (HEDT)
RAM-Takt & -timings	DDR3-1333 bis DDR4-3200 (XMP)
Datenträger	Verschiedene SATA-SSDs
Netzteil	Corsair AX1200i, 1.200 Watt
Kühlsystem	MSI Coreliquid K360

Dagegen sind satte acht Intel-Mainboards nötig, um alle vorhandenen CPUs testen zu können. Beginnen wir mit dem neuesten, dem MSI Z590 ACE (Core i-10000 und Core i-11000). Dieses Mainboard hat sich im Test als eines der besten bewährt und entlockt auch Rocket Lake die volle Leistung. Für die beiden Coffee-Lake-Generationen, Core i-8000 und Core i9-9000, setzen wir auf das Asus Z390-F Gaming mit der neuesten UEFI-Version. Für Skylake und Kaby Lake, also Core i-6000 und Core i-7000, bedienen wir uns den Fähigkeiten eines Asus Prime Z270-A. Diese Generationen, mit Ausnahme des AM3-Boards, nutzen für die Tests ein Corsair-Kit mit 32 GiByte, welches von Haus aus per XM-Profil mit DDR4-3200 (16-18-18-36) betrieben, und dann nur noch auf die jeweilige maximale Taktfrequenz der Herstellerfreigabe forciert wird. Für die DDR3-Plattformen, welche sogleich folgen, verwenden wir ein 16-GiByte-Kit von G.Skill (Ares DDR3-1333 bis DDR3-1600, CL11). Für Haswell und Broadwell, alias Core i-4000 und Core i-5000, kommt ein altehrwürdiges Asus Z97-Pro Gamer zum Einsatz. Sandy und Ivy Brigde werden von einem Asrock Z77 Pro4 versorgt und ein MSI P55-GD65 schließlich betreibt die erste Core-Generation von Intel. Auf Seiten der HEDT-Plattformen sehen wir von zukünftigen Threadripper-Tests für Spiele ab, da die Leistung der ersten beiden Ausbaustufen (Zen und Zen+) nicht konkurrenzfähig ist und Umfragen eine höhere Verbreitung von Intel-HEDT-Prozessoren ergeben haben. Es setzen viele User noch auf einen Haswell-E oder Skylake-X. Ein Asus Strix X99 Gaming nimmt dabei die HEDT-Varianten der Core i-5000 und Core i-6000 CPUs auf, während sich ein Strix X299-E, ebenfalls von Asus, um die großen Brüder in Form der Core i-7000, Core i-9000 und Cascade Lake-X, Core i-10000, kümmert. Alle Mainboards verfügen über die jeweils aktuelle UEFI-Version und werden nur bei einem Defekt getauscht. Für OC-Specials kommen in der Regel andere Mainboards zum Einsatz.

sprich in das eine, herangezogene Prozent zu quetschen.

Seit dieser Benchmarkrevision verwenden wir das mächtige Mess- und Auswertungsprogramm Capframex, welches von fleißigen PCGHX-Mitgliedern erschaffen wurde – Sie finden die aktuelle Version immer auf der Heft-DVD und bei Github. Die Macher des Programms wiesen uns auf eine Ungereimtheit bezüglich unserer Perzentil-Angabe hin: Obwohl wir vom „P99“ gesprochen haben, seien die angegebenen Werte stets kleiner als die Durchschnitts-Fps, was mathematisch keinen Sinn ergäbe; das P99 sei immer größer als der Mittelwert. Ursächlich für die Bezeichnung ist der originale Bezug: Bildberechnungszeiten werden in Millisekunden angegeben, wobei die Regel „weniger ist besser“ gilt. Aus diesen Daten extrahieren wir traditionell das 99te Perzentil, also aus 100 Ranggruppen diejenige mit den zweithöchsten Werten, berechnen dann aber zwecks leichterem Verständnis das Fps-Äquivalent zu diesem Frametime-Wert. Im neuen Kontext Bilder pro Sekunde gilt dann aber „mehr ist besser“, der Spieß und die Zahlenfolge werden umgedreht. CapFrameX macht genau das bereits im ersten Schritt: Zu jeder Frametime-Messung wird ein Fps-Äquivalent berechnet, erst dann erfolgt die statistische Betrachtung, bei der nun die niedrigsten Werte die besten sind. Entsprechend legt CapFrameX den Fokus auf das P1 der Fps, das dem P99 der Frametimes entspricht und stets kleiner als der Average-Wert ist.

Wir tragen dem schon länger Rechnung und geben seitdem „P1“ in allen Spiele-Benchmarks an. Neuerdings verwenden wir das Perzentil auch hauptsächlich, um die Spieleleistung von Prozessoren zu testen. Sie sehen das Ergebnis rechts von diesen Zeilen, der CPU-Index (in grün) setzt sich dabei zu 20 Prozent aus den durchschnittlichen erreichten Bildraten und zu 80 Prozent aus dem Perzentil P1 zusammen. Die erzielten Frametimes nämlich sind es, welche die gefühlte Spielbarkeit ausdrücken, die bei Ihnen am Ende auf dem Bildschirm zu sehen ist. CPUs mit sehr vielen Kernen schneiden dabei in der Regel etwas besser ab, da die zusätzlichen Kerne für einen Puffer sorgen, der Nachladeruckler und Stocker verhindert, was für ein flüssigeres Bild sorgt.

Prozessor-Leistungsindex 2021

Effizienz-Index ■ Spiele ■ Anwendungen

BESSER ▶ **Normierte Leistung**

AMD Ryzen 9 5950X	100 %	DOOM: 475	HZD: 154	ZOO: 39	BF5: 265	ANNO: 62	WDL: 109	CRY-R: 64	
3,4 GHz – 16c/32t – So. AM4		F1: 225	MAFIA: 135	TWTK: 60	STAR: 132	ACV: 119	B3: 280	HITMAN: 143	
87,5 % – 700 €		GREED: 141	KCD: 51	SAM 4: 132	TW3: 175	RDR 2: 140	CP 2077: 98		
Intel Core i9-11900K	98,5 %	DOOM: 443	HZD: 150	ZOO: 45	BF5: 244	ANNO: 75	WDL: 102	CRY-R: 67	
3,5 GHz – 8c/16t – So. 1200		F1: 201	MAFIA: 129	TWTK: 62	STAR: 124	ACV: 117	B3: 237	HITMAN: 134	
85,7 % – 520 €		GREED: 146	KCD: 55	SAM 4: 120	TW3: 158	RDR 2: 113	CP 2077: 106		
AMD Ryzen 9 5900X	97,1 %	DOOM: 470	HZD: 150	ZOO: 38	BF5: 256	ANNO: 63	WDL: 98	CRY-R: 65	
3,7 GHz – 12c/24t – So. AM4		F1: 215	MAFIA: 139	TWTK: 61	STAR: 131	ACV: 114	B3: 257	HITMAN: 140	
89,1 % – 490 €		GREED: 138	KCD: 49	SAM 4: 131	TW3: 177	RDR 2: 140	CP 2077: 95		
AMD Ryzen 7 5800X	95,2 %	DOOM: 485	HZD: 145	ZOO: 43	BF5: 236	ANNO: 67	WDL: 99	CRY-R: 64	
3,8 GHz – 8c/16t – So. AM4		F1: 210	MAFIA: 131	TWTK: 55	STAR: 121	ACV: 114	B3: 256	HITMAN: 130	
95,2 % – 380 €		GREED: 144	KCD: 49	SAM 4: 140	TW3: 165	RDR 2: 129	CP 2077: 89		
AMD Ryzen 5 5600X	90,6 %	DOOM: 468	HZD: 137	ZOO: 41	BF5: 224	ANNO: 64	WDL: 97	CRY-R: 62	
3,7 GHz – 6c/12t – So. AM4		F1: 199	MAFIA: 121	TWTK: 50	STAR: 121	ACV: 118	B3: 240	HITMAN: 126	
99,6 % – 255 €		GREED: 143	KCD: 47	SAM 4: 116	TW3: 155	RDR 2: 120	CP 2077: 91		
Intel Core i9-10900K	88,9 %	DOOM: 421	HZD: 144	ZOO: 42	BF5: 222	ANNO: 65	WDL: 92	CRY-R: 59	
3,7 GHz – 10c/20t – So. 1200		F1: 187	MAFIA: 122	TWTK: 52	STAR: 111	ACV: 122	B3: 207	HITMAN: 118	
88,3 % – 500 €		GREED: 126	KCD: 51	SAM 4: 101	TW3: 148	RDR 2: 113	CP 2077: 96		
Intel Core i7-10700K	85,2 %	DOOM: 380	HZD: 134	ZOO: 42	BF5: 215	ANNO: 64	WDL: 96	CRY-R: 58	
3,8 GHz – 8c/16t – So. 1200		F1: 173	MAFIA: 117	TWTK: 48	STAR: 105	ACV: 123	B3: 189	HITMAN: 114	
94,5 % – 310 €		GREED: 123	KCD: 46	SAM 4: 105	TW3: 140	RDR 2: 110	CP 2077: 91		
AMD Ryzen 7 5700G	81,7 %	DOOM: 378	HZD: 130	ZOO: 40	BF5: 195	ANNO: 59	WDL: 93	CRY-R: 55	
3,8 GHz – 8c/16t – So. AM4		F1: 179	MAFIA: 109	TWTK: 51	STAR: 97	ACV: 113	B3: 177	HITMAN: 127	
88,4 % – 360 €		GREED: 122	KCD: 43	SAM 4: 99	TW3: 126	RDR 2: 110	CP 2077: 78		
AMD Ryzen 9 3900XT	80,3 %	DOOM: 360	HZD: 124	ZOO: 34	BF5: 209	ANNO: 55	WDL: 91	CRY-R: 53	
3,8 GHz – 12c/24t – So. AM4		F1: 165	MAFIA: 109	TWTK: 47	STAR: 101	ACV: 116	B3: 194	HITMAN: 111	
84,4 % – 480 €		GREED: 110	KCD: 41	SAM 4: 96	TW3: 135	RDR 2: 108	CP 2077: 79		
Intel Core i5-11400F	79,5 %	DOOM: 337	HZD: 121	ZOO: 36	BF5: 188	ANNO: 59	WDL: 86	CRY-R: 58	
2,9 GHz – 6c/12t – So. 1200		F1: 171	MAFIA: 108	TWTK: 49	STAR: 102	ACV: 115	B3: 189	HITMAN: 110	
85,9 % – 190 €		GREED: 124	KCD: 47	SAM 4: 101	TW3: 128	RDR 2: 96	CP 2077: 76		
Intel Core i9-9900K	79,5 %	DOOM: 348	HZD: 125	ZOO: 37	BF5: 197	ANNO: 56	WDL: 86	CRY-R: 55	
3,6 GHz – 8c/16t – So. 1151 v2		F1: 162	MAFIA: 110	TWTK: 48	STAR: 98	ACV: 121	B3: 178	HITMAN: 107	
93,2 % – 325 €		GREED: 101	KCD: 45	SAM 4: 96	TW3: 136	RDR 2: 100	CP 2077: 80		
AMD Ryzen 7 3700X	77,9 %	DOOM: 335	HZD: 116	ZOO: 36	BF5: 190	ANNO: 54	WDL: 87	CRY-R: 53	
3,6 GHz – 8c/16t – So. AM4		F1: 159	MAFIA: 107	TWTK: 44	STAR: 97	ACV: 113	B3: 191	HITMAN: 106	
92,4 % – 260 €		GREED: 111	KCD: 40	SAM 4: 94	TW3: 127	RDR 2: 101	CP 2077: 70		
Intel Core i5-10400F	73,1 %	DOOM: 313	HZD: 113	ZOO: 35	BF5: 183	ANNO: 53	WDL: 80	CRY-R: 51	
2,9 GHz – 6c/12t – So. 1200		F1: 147	MAFIA: 100	TWTK: 39	STAR: 89	ACV: 121	B3: 169	HITMAN: 99	
100,0 % – 130 €		GREED: 110	KCD: 40	SAM 4: 89	TW3: 119	RDR 2: 94	CP 2077: 73		
AMD Ryzen 5 3600	72,6 %	DOOM: 316	HZD: 98	ZOO: 35	BF5: 178	ANNO: 53	WDL: 81	CRY-R: 49	
3,6 GHz – 6c/12t – So. AM4		F1: 152	MAFIA: 99	TWTK: 39	STAR: 93	ACV: 113	B3: 175	HITMAN: 101	
91,8 % – 195 €		GREED: 109	KCD: 39	SAM 4: 81	TW3: 120	RDR 2: 95	CP 2077: 69		
Intel Core i7-8700K	72,1 %	DOOM: 311	HZD: 114	ZOO: 34	BF5: 179	ANNO: 51	WDL: 80	CRY-R: 53	
3,7 GHz – 6c/12t – So. 1151 v2		F1: 148	MAFIA: 100	TWTK: 40	STAR: 89	ACV: 118	B3: 164	HITMAN: 97	
90,8 % – 375 €		GREED: 99	KCD: 40	SAM 4: 85	TW3: 120	RDR 2: 92	CP 2077: 71		
Intel Core i7-7700K	62,4 %	DOOM: 259	HZD: 98	ZOO: 32	BF5: 150	ANNO: 48	WDL: 63	CRY-R: 49	
4,2 GHz – 4c/8t – So. 1151		F1: 133	MAFIA: 87	TWTK: 33	STAR: 80	ACV: 110	B3: 151	HITMAN: 90	
84,7 % – 320 €		GREED: 94	KCD: 33	SAM 4: 74	TW3: 105	RDR 2: 76	CP 2077: 57		
AMD Ryzen 7 2700	58,3 %	DOOM: 237	HZD: 90	ZOO: 28	BF5: 142	ANNO: 44	WDL: 62	CRY-R: 41	
3,2 GHz – 8c/16t – So. AM4		F1: 125	MAFIA: 80	TWTK: 33	STAR: 74	ACV: 92	B3: 152	HITMAN: 79	
79,3 % – 190 €		GREED: 81	KCD: 32	SAM 4: 70	TW3: 97	RDR 2: 80	CP 2077: 51		
AMD Ryzen 5 2600	57,3 %	DOOM: 237	HZD: 82	ZOO: 28	BF5: 139	ANNO: 43	WDL: 62	CRY-R: 41	
3,4 GHz – 6c/12t – So. AM4		F1: 118	MAFIA: 77	TWTK: 33	STAR: 75	ACV: 93	B3: 141	HITMAN: 76	
78,2 % – 155 €		GREED: 84	KCD: 31	SAM 4: 60	TW3: 97	RDR 2: 78	CP 2077: 53		
AMD Ryzen 5 1600	51,0 %	DOOM: 215	HZD: 74	ZOO: 25	BF5: 126	ANNO: 38	WDL: 57	CRY-R: 35	
3,2 GHz – 6c/12t – So. AM4		F1: 108	MAFIA: 74	TWTK: 30	STAR: 67	ACV: 83	B3: 128	HITMAN: 69	
78,6 % – 120 €		GREED: 75	KCD: 27	SAM 4: 52	TW3: 87	RDR 2: 70	CP 2077: 47		
Intel Core i7-4790K	49,2 %	DOOM: 216	HZD: 77	ZOO: 25	BF5: 115	ANNO: 37	WDL: 49	CRY-R: 38	
4,0 GHz – 4c/8t – So. 1150		F1: 101	MAFIA: 66	TWTK: 26	STAR: 69	ACV: 88	B3: 129	HITMAN: 71	
76,2 % – 400 €		GREED: 77	KCD: 27	SAM 4: 63	TW3: 86	RDR 2: 65	CP 2077: 44		

AMD Ryzen 9 5950X	100 %	7-ZIP 1: 107776	BLENDER: 128	PI: 370	KEY: 83	CR20: 9.717			
4,7 GHz – 16c/32t – So. AM4		7-ZIP 2: 192506	HAND: 107	WPRIME: 42	VRAY: 19321	CR23: 24.874			
56,4 % – 700 €									
Intel Core i9-10980XE	90,7 %	7-ZIP 1: 109997	BLENDER: 145	PI: 417	KEY: 86	CR20: 8.893			
3,8 GHz – 18c/36t – So. 2066		7-ZIP 2: 149819	HAND: 130	WPRIME: 46	VRAY: 19106	CR23: 22.325			
40,1 % – 960 €									
AMD Ryzen 9 3950X	88,1 %	7-ZIP 1: 100001	BLENDER: 131	PI: 656	KEY: 83	CR20: 9.037			
4,3 GHz – 16c/32t – So. AM4		7-ZIP 2: 166267	HAND: 117	WPRIME: 48	VRAY: 17199	CR23: 23.355			
59,0 % – 780 €									
AMD Ryzen 9 5900X	85,6 %	7-ZIP 1: 95567	BLENDER: 151	PI: 372	KEY: 88	CR20: 8.178			
4,7 GHz – 12c/24t – So. AM4		7-ZIP 2: 163214	HAND: 135	WPRIME: 59	VRAY: 16153	CR23: 21.050			
55,2 % – 490 €									
Intel Core i9-7980XE	84,9 %	7-ZIP 1: 104876	BLENDER: 149	PI: 447	KEY: 89	CR20: 7.998			
3,4 GHz – 18c/36t – So. 2066		7-ZIP 2: 132548	HAND: 135	WPRIME: 52	VRAY: 17444	CR23: 19.949			
46,9 % - n. lieferbar									
AMD Ryzen 9 3900XT	74,0 %	7-ZIP 1: 86526	BLENDER: 166	PI: 645	KEY: 92	CR20: 7.209			
4,3 GHz – 12c/24t – So. AM4		7-ZIP 2: 129604	HAND: 149	WPRIME: 55	VRAY: 13447	CR23: 18.552			
58,1 % – 480 €									
Intel Core i9-11900K	70,0 %	7-ZIP 1: 72241	BLENDER: 193	PI: 336	KEY: 99	CR20: 6.341			
5,1 GHz – 8c/16t – So. 1200		7-ZIP 2: 95708	HAND: 167	WPRIME: 72	VRAY: 12370	CR23: 16.534			
30,6 % – 520 €									
Intel Core i9-10900K	69,4 %	7-ZIP 1: 72335	BLENDER: 191	PI: 415	KEY: 97	CR20: 6.362			
4,9 GHz – 10c/20t – So. 1200		7-ZIP 2: 104821	HAND: 167	WPRIME: 66	VRAY: 12587	CR23: 16.524			
40,7 % – 550 €									
AMD Ryzen 7 5800X	68,0 %	7-ZIP 1: 75578	BLENDER: 206	PI: 376	KEY: 99	CR20: 6.036			
4,7 GHz – 8c/16t – So. AM4		7-ZIP 2: 114208	HAND: 171	WPRIME: 86	VRAY: 11742	CR23: 15.616			
58,2 % – 380 €									
Intel Core i7-11700K	65,4 %	7-ZIP 1: 71280	BLENDER: 212	PI: 354	KEY: 103	CR20: 5.730			
4,6 GHz – 8c/16t – So. 1200		7-ZIP 2: 88647	HAND: 184	WPRIME: 80	VRAY: 11251	CR23: 14.935			
42,3 % – 365 €									
AMD Ryzen 7 5700G	61,7 %	7-ZIP 1: 61265	BLENDER: 225	PI: 403	KEY: 102	CR20: 5.554			
4,3 GHz – 8c/16t – So. AM4		7-ZIP 2: 103894	HAND: 198	WPRIME: 88	VRAY: 10320	CR23: 14.277			
69,7 % – 360 €									
Intel Core i7-10700K	57,6 %	7-ZIP 1: 64970	BLENDER: 258	PI: 430	KEY: 110	CR20: 4.663			
4,7 GHz – 8c/16t – So. 1200		7-ZIP 2: 83948	HAND: 219	WPRIME: 83	VRAY: 9425	CR23: 12.124			
56,0 % – 310 €									
AMD Ryzen 7 3700X	56,3 %	7-ZIP 1: 61197	BLENDER: 231	PI: 647	KEY: 111	CR20: 5.147			
4,3 GHz – 8c/16t – So. AM4		7-ZIP 2: 93603	HAND: 196	WPRIME: 79	VRAY: 9647	CR23: 12.976			
73,7 % – 260 €									
Intel Core i9-9900K	55,4 %	7-ZIP 1: 54935	BLENDER: 262	PI: 442	KEY: 110	CR20: 4.537			
4,7 GHz – 8c/16t – So. 1151 v2		7-ZIP 2: 79141	HAND: 219	WPRIME: 86	VRAY: 9261	CR23: 11.986			
57,4 % – 325 €									
AMD Ryzen 5 5600X	55,4 %	7-ZIP 1: 64186	BLENDER: 285	PI: 388	KEY: 111	CR20: 4.350			
4,7 GHz – 6c/12t – So. AM4		7-ZIP 2: 86455	HAND: 225	WPRIME: 116	VRAY: 8368	CR23: 11.209			
80,9 % – 265 €									
Intel Core i5-11600K	54,5 %	7-ZIP 1: 58300	BLENDER: 285	PI: 356	KEY: 114	CR20: 4.320			
4,6 GHz – 6c/12t – So. 1200		7-ZIP 2: 67219	HAND: 230	WPRIME: 106	VRAY: 8302	CR23: 11.249			
50,5 %– 235 €									
Intel Core i7-8700K	45,2 %	7-ZIP 1: 47602	BLENDER: 355	PI: 447	KEY: 124	CR20: 3.219			
4,3 GHz – 6c/12t – So. 1151 v2		7-ZIP 2: 58145	HAND: 297	WPRIME: 120	VRAY: 6513	CR23: 8.484			
78,7 % – 375 €									
AMD Ryzen 5 3600	44,1 %	7-ZIP 1: 50609	BLENDER: 329	PI: 720	KEY: 121	CR20: 3.613			
4,1 GHz – 6c/12t – So. AM4		7-ZIP 2: 66355	HAND: 262	WPRIME: 113	VRAY: 6762	CR23: 9.341			
82,5 % – 195 €									
AMD Ryzen 7 1800X	42,9 %	7-ZIP 1: 42987	BLENDER: 336	PI: 790	KEY: 121	CR20: 3.630			
3,7 GHz – 8c/16t – So. AM4		7-ZIP 2: 74179	HAND: 326	WPRIME: 103	VRAY: 7195	CR23: 9.281			
68,4 % – n. lieferbar									
AMD Ryzen 5 1600	34,2 %	7-ZIP 1: 35188	BLENDER: 477	PI: 846	KEY: 125	CR20: 2.535			
3,4 GHz – 6c/12t – So. AM4		7-ZIP 2: 49851	HAND: 447	WPRIME: 149	VRAY: 5183	CR23: 6.513			
100,0 % – 120 €									

Spiele: Doom Eternal, Horizon Zero Dawn, Planet Zoo, Battlefield 5, Anno 1800, Watch Dogs Legion, Crysis Remastered, F1 2020, Mafia Definitive Edition, Total War Three Kingdoms, Star Wars Jedi Fallen Order, Assassin´s Creed Valhalla, Borderlands 3, Hitman 3, Greedfall, Kingdom Come Deliverance, Serious Sam 4, The Witcher 3 inkl. PCGH-Config, Red Dead Redemption 2 und Cyperpunk 2077

Anwendungen: 7-Zip V21.02 Alpha, Open Data Blender Benchmark V2.92, Handbrake V1.3.3, Super Pi 32M, wPrime 1024M, Keyshot Benchmark, V-Ray Benchmark, Cinebench R20, Cinebench R23

System: Asus ROG Strix RTX 3090 OC, Corsair AX1200i, MSI Coreliquid K360, 16 GiByte RAM pro vorhandenem Speicherkanal (8 GiB bei DDR3). Geschwindigkeit je nach CPU-Hersteller-Spezifikation, Timings nach XMP (CL16 bei DDR4, CL9 bei DDR3), Spiele mit TDP-Limit

Bewertungsgrundlagen

Auf Basis von Umfragen haben wir die Bewertung für Prozessoren ebenfalls angepasst. In Erwartung zukünftiger Grafikkarten-Generationen spielt nun die Ausbaustufe des PCI-E-Controllers eine viel gewichtigere Rolle. Weniger wichtig ist nun die Güte der verbauten IGP in der CPU.

Die Leistungsaufnahme im Leerlauf wird nicht mehr erfasst. Mehr Gewicht hat dafür die durchschnittliche Leistungsaufnahme unter Spiele-Last, bei Anwendungen hingegen zählt der maximale Verbrauch, da dieser unter der Last die meiste Zeit anliegt. Wir messen dabei den Stromverbrauch des Gesamtsystems mit einem hochwertigen Analyse-Gerät an der Steckdose.

Am Ende zählt dann vor allem, wie viel Leistung ein Prozessor erbringt und wie viel Strom er dabei durchschnittlich benötigt. Prominente Beispiele sind dafür Intels Core i9-11900K und ein AMD Ryzen 9 5950X. Letzterer weist nicht nur doppelt so viel Kerne wie ein i9-11900K auf, AMD gelingt es auch, die Rechenherzen sparsamer und effizienter als die Intel-CPU zu betreiben. Die Effizienz-Wertung für den Ryzen liegt daher viel höher als die für den Intel-Prozessor. Letztlich ist dies auch für die gewünschte CPU-Kühlung wichtig.

Gewinner und Verlierer

Ein neuer Index hält auch immer neue neue Empfehlungen bereit. Die Spiele wurden mit Bedacht gewählt, viele von ihnen sind auf eine gute Kernauslastung programmiert, andere gieren nach reiner Taktfrequenz oder nach niedrigen Inter-Core-Latenzen. Zudem sind mit Direct X 11 und 12 sowie Vulkan alle aktuellen APIs vertreten. Wir sind CPU-seitig daher bestens auf die nahenden Konsolen-Spiele und neuen Grafikkarten vorbereitet und bereits jetzt vergrößert sich gegenüber dem alten CPU-Index der Abstand zwischen modernen Hexa- und Octacores im Vergleich zu reinen Quadcores, welche wir Ihnen mit Ausnahme des Ryzen 3 3300X nicht mehr für Spiele-PCs empfehlen. SMT macht hier den Unterschied.

Neben der Betrachtung der reinen Spiele-Leistung haben wir nach wie vor Anwendungen im CPU-Index. Der Autor dieser Zeilen hat dazu einen sehr interessanten Leserbrief erhalten. Dieser sagte aus, dass User nur noch selten Prozessoren für Anwendungen nutzen, da Grafikkarten inzwischen dieser Aufgabe besser gewachsen sind. Schnelle Prozessoren ergeben natürlich weiterhin Sinn, wenn jene Anwendungen entsprechend auf diese optimiert sind, Stichwort: Threadripper. Wir stimmen dem soweit zu, bauen aber trotzdem Anwendungen in den CPU-Index mit ein. Warum? Es erlaubt uns über den Tellerrand hinaus zu blicken. Ein reiner Spiele-Index ist ein gutes Rezept, um die Leistung einer CPU zu bewerten, aber er verschweigt dabei viele Geheimnisse und Eigenheiten. Es ist uns mit reiner Spiele-Last beispielsweise nicht möglich einen Intel Core i9-10900K an sein TDP-Limit zu bringen. So ist es mit einem reinen Spiele-Index nicht möglich, das Verhalten des Boosts unter höchster (Anwendungs-)Last zu erforschen.

Die Anwendungen, welche wir für den Index nutzen, eröffnen uns viele neue Ansichten, wie sich CPUs unter Multithread-Last verhalten. Und da zu erwarten ist, dass zukünftige Spiele immer besser möglichst viele CPU-Kerne auslasten können, lässt sich mit Anwendungslast eine formidable Aussage darüber treffen, wie gut CPUs in Zukunft mit Spielen umgehen. Neu ist hingegen die Unterteilung in Spiele- und Anwendungslast im CPU-Index. Das gibt uns die Möglichkeit, einzelne Modelle unabhängig von der Spiele- beziehungsweise Anwendungsleistung zu bewerten. Ein Beispiel: Verwenden Sie noch einen alten Skylake-X-Prozessor? Vermutlich haben Sie sich diesen zugelegt, da es zu dieser Zeit im Desktop nicht mehr als vier Kerne gab. Sie können damit natürlich auch spielen, aber die Stärke solcher Prozessoren ist das Arbeiten mit stark parallelisierten Anwendungen. Ein paar Worte zur Kernskalierung generell: Wenn Sie Ihren PC nur zum Spielen verwenden, werden Sie bereits mit sechs Kernen inklusive SMT glücklich, bei Anwendungen gilt hingegen, dass Sie lieber in Kerne als in höhere Taktraten investieren sollten.

Die Aufrüstmatrix neben diesen Zeilen ist die Quintessenz aus all der Arbeit. Sie können nun ganz genau nachschauen, wann und ob sich ein Upgrade lohnt, mit dem Hintergrund ob Sie mit dem PC „nur" moderne Spiele spielen oder auch arbeiten. Letzteres meint damit eine außerordentliche Kernauslastung der einzelnen Modelle, die Unterschiede sind daher auch viel größer als bei den Spielen, da diese in der Regel nicht mehr als acht Kerne und 16 Threads auslasten können. Es gibt natürlich Ausnahmen.

Dies ist das letzte Sonderheft, welches CPUs auf Basis von DDR4-Systemen bewertet, mit Alder Lake steht nämlich die erste CPU-Generation mit DDR5-Speicher vor der Tür. Dies bedingt eine neue Bewertungsgrundlage für CPUs. *(dn)*

Leistungsstark, zukunftstauglich und preislich attraktiv

Philipp Reuther

Bei aktuellen CPUs kann man im Grunde nicht klagen – es gibt eine ganze Reihe passende, potente und preisleistungstechnisch ansprechende Spieler-CPUs wie den Ryzen 5 5600X oder Intels i5-11600K, die sechs Kerne sowie satte Spieleleistung bieten und auf absehbare Zeit zukunftstauglich wirken. Mehr braucht es aktuell kaum für flüssige Bildraten, auch in anspruchsvollen Games. Doch selbst für jene, die immer ein wenig mehr, etwa ein sattes Leistungspolster oder neben dem Spielen noch andere, leistungsintensive Arbeiten verrichten wollen, gibt es sehr attraktive Angebote. Auf der anderen Seite erwarte ich in den kommenden Monaten einen leichten Anstieg, was die CPU-Anforderungen betrifft – nicht nur Raytracing, auch die explizit für Next-Gen (und PC) entwickelten Spiele werden die Prozessoranforderungen heben. Die Welten können nicht nur noch größer als bislang ausfallen, neue Speichertechniken mit verringerten Zugriffszeiten bedeuten außerdem, dass die CPU nicht nur mehr, sondern auch schneller Daten verarbeiten müssen wird.

Ich möchte mehr, aber ich brauche es (oft) nicht, und Sie?

David Ney

Die Vielfalt der Daten ist erstaunlich, oder? Da kommen sicher nicht nur Sie ins Grübeln, ob sich ein Upgrade lohnt. Da kann ich Ihnen aus meinem privaten Umfeld nur einen Denkanstoß geben, oft ist weniger nämlich mehr. Sicher, Sie können den alten Schinken gegen einen Prozessor austauschen, der nicht nur mehr Kerne, sondern auch viel mehr Leistung bereitstellt. Aber die Infrastruktur sollte auch dazu passen. Wenn Sie noch alten DDR4-2400-Speicher nutzen, entlocken Sie der neuen CPU womöglich nur einen Teil der Leistung. Wer hingegen auf viele Kerne setzen möchte, sieht sich mit Spielen konfrontiert, die derer nur sechs bis acht Threads optimal auslasten können. Einzig für Raytracing würde sich derzeit eine Highend-CPU lohnen, die Effekte kosten nämlich auch ordentlich CPU-Leistung. Aber dazu gehört dann auch eine aktuell sehr teure Grafikkarte. Bestens bedient sind Sie bei CPUs im Grunde in der Mittelklasse, ein Ryzen 5600X ist unter GPU-Last kaum langsamer als ein i9-11900K, aber über 300 Euro günstiger und leichter zu kühlen.

Fazit PCGH

Neue Benchmarks

Das war es wert! Sie sind herzlich dazu eingeladen die Benchmarks am Privat-PC nachzustellen. Wie das geht, erfahren Sie im CPU-FAQ unter www.pcgh.de – Savegames inklusive. Des Weiteren planen wir zu vielen Titeln einen Community-Benchmark. Wir freuen uns auf Ihre Teilnahme.

Aufrüstmatrix Anwendungen (neun Anwendungen, starke Kernauslastung)

Basis-CPU \ Aufrüst-CPU	AMD Ryzen 9 5950X (4,7 GHz 16c/32t)	Intel Core i9-10980XE (3,8 GHz 18c/36t)	Intel Core i9-9980XE (3,7 GHz 18c/36t)	AMD Ryzen 9 3950X (4,3 GHz 16c/32t)	AMD Ryzen 9 5900X (4,7 GHz 12c/24t)	Intel Core i9-7980XE (3,4 GHz 18c/36t)	Intel Core i9-7960X (3,5 GHz 16c/32t)	AMD Ryzen 9 3900XT (4,3 GHz 12c/24t)	Intel Core i9-11900K (5,1 GHz 8c/16t)	Intel Core i9-10900K (4,9 GHz 10c/20t)	AMD Ryzen 7 5800X (4,7 GHz 8c/16t)	Intel Core i7-11700K (4,6 GHz 8c/16t)	Intel Core i9-7900X (3,6 GHz 10c/20t)	AMD Ryzen 7 5700G (4,3 GHz 8c/16t)	AMD Ryzen 7 3800XT (4,5 GHz 8c/16t)
AMD Ryzen 9 5950X	±0 %	-9,3 %	-11,2 %	-11,9 %	-14,4 %	-15,1 %	-19,6 %	-26,0 %	-30,0 %	-30,6 %	-32,0 %	-34,6 %	-37,7 %	-38,3 %	-41,2 %
Intel Core i9-10980XE	+10,3 %	±0 %	-2,1 %	-2,8 %	-5,6 %	-6,4 %	-11,3 %	-18,4 %	-22,7 %	-23,5 %	-25,0 %	-27,9 %	-31,3 %	-31,9 %	-35,1 %
Intel Core i9-9980XE	+12,6 %	+2,1 %	±0 %	-0,8 %	-3,6 %	-4,4 %	-9,5 %	-16,7 %	-21,1 %	-21,9 %	-23,4 %	-26,3 %	-29,8 %	-30,5 %	-33,8 %
AMD Ryzen 9 3950X	+13,5 %	+2,9 %	+0,8 %	±0 %	-2,8 %	-3,7 %	-8,8 %	-16,1 %	-20,5 %	-21,3 %	-22,9 %	-25,8 %	-29,3 %	-30,0 %	-33,3 %
AMD Ryzen 9 5900X	+16,8 %	+5,9 %	+3,7 %	+2,9 %	±0 %	-0,9 %	-6,1 %	-13,6 %	-18,2 %	-19,0 %	-20,6 %	-23,6 %	-27,2 %	-27,9 %	-31,3 %
Intel Core i9-7980XE	+17,8 %	+6,8 %	+4,6 %	+3,8 %	+0,9 %	±0 %	-5,3 %	-12,9 %	-17,5 %	-18,3 %	-19,9 %	-22,9 %	-26,6 %	-27,3 %	-30,7 %
Intel Core i9-7960X	+24,4 %	+12,8 %	+10,5 %	+9,6 %	+6,5 %	+5,6 %	±0 %	-8,0 %	-12,9 %	-13,7 %	-15,4 %	-18,6 %	-22,5 %	-23,2 %	-26,8 %
AMD Ryzen 9 3900XT	+35,2 %	+22,6 %	+20,1 %	+19,1 %	+15,8 %	+14,7 %	+8,7 %	±0 %	-5,3 %	-6,2 %	-8,1 %	-11,6 %	-15,8 %	-16,6 %	-20,5 %
Intel Core i9-11900K	+42,8 %	+29,4 %	+26,8 %	+25,8 %	+22,2 %	+21,2 %	+14,8 %	+5,6 %	±0 %	-1,0 %	-2,9 %	-6,6 %	-11,0 %	-11,9 %	-16,0 %
Intel Core i9-10900K	+44,2 %	+30,7 %	+28,0 %	+27,0 %	+23,4 %	+22,3 %	+15,9 %	+6,6 %	+1,0 %	±0 %	-2,0 %	-5,7 %	-10,2 %	-11,0 %	-15,2 %
AMD Ryzen 7 5800X	+47,1 %	+33,4 %	+30,6 %	+29,6 %	+25,9 %	+24,8 %	+18,2 %	+8,8 %	+3,0 %	+2,0 %	±0 %	-3,8 %	-8,3 %	-9,2 %	-13,5 %
Intel Core i7-11700K	+52,9 %	+38,6 %	+35,7 %	+34,7 %	+30,9 %	+29,7 %	+22,9 %	+13,1 %	+7,1 %	+6,1 %	+3,9 %	±0 %	-4,7 %	-5,6 %	-10,1 %
Intel Core i9-7900X	+60,5 %	+45,5 %	+42,5 %	+41,4 %	+37,4 %	+36,2 %	+29,0 %	+18,7 %	+12,4 %	+11,3 %	+9,1 %	+5,0 %	±0 %	-0,9 %	-5,6 %
AMD Ryzen 7 5700G	+62,0 %	+46,9 %	+43,9 %	+42,8 %	+38,7 %	+37,5 %	+30,2 %	+19,8 %	+13,5 %	+12,4 %	+10,1 %	+6,0 %	+1,0 %	±0 %	-4,7 %
AMD Ryzen 7 3800XT	+70,1 %	+54,2 %	+51,0 %	+49,8 %	+45,6 %	+44,3 %	+36,7 %	+25,8 %	+19,1 %	+18,0 %	+15,6 %	+11,2 %	+5,9 %	+4,9 %	±0 %
Intel Core i7-10700K	+73,5 %	+57,3 %	+54,0 %	+52,8 %	+48,5 %	+47,2 %	+39,4 %	+28,3 %	+21,5 %	+20,3 %	+17,9 %	+13,5 %	+8,1 %	+7,1 %	+2,0 %
AMD Ryzen 7 3700X	+77,5 %	+60,9 %	+57,6 %	+56,4 %	+51,9 %	+50,6 %	+42,6 %	+31,2 %	+24,3 %	+23,1 %	+20,6 %	+16,1 %	+10,6 %	+9,5 %	+4,4 %
Intel Core i9-9900K	+80,5 %	+63,7 %	+60,3 %	+59,1 %	+54,5 %	+53,2 %	+45,1 %	+33,5 %	+26,4 %	+25,2 %	+22,7 %	+18,1 %	+12,5 %	+11,4 %	+6,2 %
AMD Ryzen 5 5600X	+80,6 %	+63,7 %	+60,4 %	+59,1 %	+54,6 %	+53,3 %	+45,2 %	+33,6 %	+26,5 %	+25,3 %	+22,8 %	+18,1 %	+12,5 %	+11,5 %	+6,2 %
Intel Core i5-11600K	+83,6 %	+66,4 %	+63,0 %	+61,8 %	+57,2 %	+55,8 %	+47,6 %	+35,8 %	+28,6 %	+27,4 %	+24,8 %	+20,1 %	+14,4 %	+13,3 %	+8,0 %
Intel Core i5-11400F	+98,2 %	+79,7 %	+76,0 %	+74,7 %	+69,7 %	+68,2 %	+59,3 %	+46,6 %	+38,8 %	+37,5 %	+34,7 %	+29,7 %	+23,5 %	+22,3 %	+16,6 %
Intel Core i5-10600K	+114,5 %	+94,4 %	+90,4 %	+89,0 %	+83,6 %	+82,0 %	+72,4 %	+58,6 %	+50,2 %	+48,8 %	+45,8 %	+40,3 %	+33,6 %	+32,4 %	+26,1 %
Intel Core i7-8700K	+121,2 %	+100,6 %	+96,4 %	+94,9 %	+89,4 %	+87,8 %	+77,8 %	+63,6 %	+55,0 %	+53,5 %	+50,4 %	+44,7 %	+37,8 %	+36,5 %	+30,1 %
AMD Ryzen 5 3600	+126,7 %	+105,5 %	+101,3 %	+99,7 %	+94,1 %	+92,4 %	+82,2 %	+67,6 %	+58,8 %	+57,2 %	+54,1 %	+48,3 %	+41,2 %	+39,9 %	+33,3 %
AMD Ryzen 7 1800X	+133,3 %	+111,5 %	+107,1 %	+105,5 %	+99,7 %	+97,9 %	+87,5 %	+72,5 %	+63,4 %	+61,8 %	+58,6 %	+52,6 %	+45,3 %	+44,0 %	+37,2 %
AMD Ryzen 7 2700	+135,1 %	+113,2 %	+108,8 %	+107,2 %	+101,3 %	+99,5 %	+89,0 %	+73,9 %	+64,7 %	+63,1 %	+59,8 %	+53,8 %	+46,5 %	+45,1 %	+38,3 %
AMD Ryzen 5 1600	+192,2 %	+164,9 %	+159,4 %	+157,5 %	+150,1 %	+148,0 %	+134,9 %	+116,1 %	+104,7 %	+102,7 %	+98,6 %	+91,1 %	+82,1 %	+80,3 %	+71,8 %
AMD Ryzen 5 3400G	+234,3 %	+203,1 %	+196,8 %	+194,5 %	+186,2 %	+183,7 %	+168,7 %	+147,2 %	+134,1 %	+131,9 %	+127,2 %	+118,6 %	+108,3 %	+106,3 %	+96,6 %

System: MSI RTX 2080 Ti Trio Z, 16 GiB RAM pro Speicherkanal mit Hersteller-Spezifikation ■ Leistungsverlust! ■ Leistungsgewinn bis 50 Prozent ■ Leistungsgewinn über 50 Prozent

Aufrüstmatrix Spiele (20 Spiele, 664/720p, CPU-intensive Einstellungen)

Basis-CPU \ Aufrüst-CPU	AMD Ryzen 9 5950X (4,7 GHz 16c/32t)	Intel Core i9-11900K (4,8 GHz 8c/16t)	AMD Ryzen 9 5900X (4,7 GHz 12c/24t)	AMD Ryzen 7 5800X (4,7 GHz 8c/16t)	Intel Core i7-11700K (4,6 GHz 8c/16t)	AMD Ryzen 5 5600X (4,7 GHz 6c/12t)	Intel Core i9-10900K (4,9 GHz 10c/20t)	Intel Core i5-11600K (4,6 GHz 6c/12t)	Intel Core i7-10700K (4,7 GHz 8c/16t)	AMD Ryzen 7 5700G (4,6 GHz 8c/16t)	AMD Ryzen 9 3950X (4,3 GHz 16c/32t)	AMD Ryzen 9 3900XT (4,3 GHz 12c/24t)	AMD Ryzen 9 3900X (4,3 GHz 12c/24t)	Intel Core i5-11400F (3,8 GHz 6c/12t)	Intel Core i9-9900K (4,7 GHz 8c/16t)
AMD Ryzen 9 3950X	+23,2 %	+21,3 %	+19,7 %	+17,3 %	+13,4 %	+11,7 %	+9,5 %	+7,6 %	+4,9 %	+0,6 %	±0 %	-1,1 %	-1,9 %	-2,1 %	-2,1 %
AMD Ryzen 9 3900XT	+24,6 %	+22,7 %	+21,0 %	+18,7 %	+14,7 %	+12,9 %	+10,7 %	+8,8 %	+6,1 %	+1,8 %	+1,1 %	±0 %	-0,8 %	-1,0 %	-1,0 %
AMD Ryzen 9 3900X	+25,6 %	+23,7 %	+22,0 %	+19,6 %	+15,6 %	+13,8 %	+11,6 %	+9,7 %	+6,9 %	+2,6 %	+1,9 %	+0,8 %	±0 %	-0,2 %	-0,2 %
Intel Core i5-11400F	+25,8 %	+23,9 %	+22,2 %	+19,8 %	+15,8 %	+14,0 %	+11,8 %	+9,9 %	+7,1 %	+2,7 %	+2,1 %	+1,0 %	+0,2 %	±0 %	-0,0 %
Intel Core i9-9900K	+25,8 %	+23,9 %	+22,2 %	+19,8 %	+15,9 %	+14,0 %	+11,8 %	+9,9 %	+7,1 %	+2,8 %	+2,1 %	+1,0 %	+0,2 %	+0,0 %	±0 %
AMD Ryzen 7 3800XT	+26,2 %	+24,3 %	+22,6 %	+20,2 %	+16,2 %	+14,4 %	+12,2 %	+10,3 %	+7,5 %	+3,1 %	+2,5 %	+1,3 %	+0,5 %	+0,3 %	+0,3 %
AMD Ryzen 7 3800X	+27,1 %	+25,1 %	+23,4 %	+21,0 %	+17,0 %	+15,1 %	+12,9 %	+11,0 %	+8,2 %	+3,8 %	+3,1 %	+2,0 %	+1,2 %	+1,0 %	+1,0 %
AMD Ryzen 7 3700X	+28,4 %	+26,4 %	+24,7 %	+22,3 %	+18,2 %	+16,4 %	+14,1 %	+12,2 %	+9,3 %	+4,9 %	+4,2 %	+3,1 %	+2,2 %	+2,1 %	+2,0 %
Intel Core i7-9700K	+30,2 %	+28,2 %	+26,5 %	+24,0 %	+19,9 %	+18,0 %	+15,7 %	+13,8 %	+10,9 %	+6,4 %	+5,7 %	+4,5 %	+3,7 %	+3,5 %	+3,5 %
Intel Core i5-10600K	+30,5 %	+28,5 %	+26,7 %	+24,3 %	+20,1 %	+18,2 %	+15,9 %	+14,0 %	+11,1 %	+6,6 %	+5,9 %	+4,7 %	+3,9 %	+3,7 %	+3,7 %
Intel Core i5-10400F	+36,9 %	+34,8 %	+33,0 %	+30,4 %	+26,1 %	+24,1 %	+21,7 %	+19,6 %	+16,6 %	+11,8 %	+11,1 %	+9,9 %	+9,0 %	+8,8 %	+8,8 %
AMD Ryzen 5 3600	+37,7 %	+35,6 %	+33,8 %	+31,2 %	+26,8 %	+24,8 %	+22,4 %	+20,3 %	+17,3 %	+12,5 %	+11,8 %	+10,6 %	+9,7 %	+9,5 %	+9,5 %
Intel Core i7-8700K	+38,7 %	+36,6 %	+34,8 %	+32,1 %	+27,8 %	+25,7 %	+23,3 %	+21,2 %	+18,1 %	+13,3 %	+12,6 %	+11,4 %	+10,5 %	+10,3 %	+10,3 %
AMD Ryzen 3 3300X	+43,3 %	+41,1 %	+39,2 %	+36,5 %	+32,0 %	+29,9 %	+27,4 %	+25,2 %	+22,0 %	+17,1 %	+16,3 %	+15,0 %	+14,1 %	+13,9 %	+13,9 %
Intel Core i5-9600K	+53,9 %	+51,5 %	+49,4 %	+46,6 %	+41,7 %	+39,5 %	+36,7 %	+34,4 %	+31,0 %	+25,7 %	+24,9 %	+23,5 %	+22,5 %	+22,3 %	+22,3 %
Intel Core i7-7700K	+60,3 %	+57,9 %	+55,7 %	+52,7 %	+47,6 %	+45,3 %	+42,5 %	+40,0 %	+36,5 %	+30,9 %	+30,1 %	+28,7 %	+27,7 %	+27,4 %	+27,4 %
Intel Core i3-10100	+65,5 %	+63,0 %	+60,8 %	+57,7 %	+52,4 %	+50,0 %	+47,1 %	+44,6 %	+40,9 %	+35,2 %	+34,4 %	+32,9 %	+31,8 %	+31,6 %	+31,6 %
AMD Ryzen 5 2600X	+68,6 %	+66,1 %	+63,8 %	+60,6 %	+55,3 %	+52,8 %	+49,9 %	+47,3 %	+43,6 %	+37,7 %	+36,9 %	+35,4 %	+34,3 %	+34,1 %	+34,0 %
AMD Ryzen 3 3100	+70,9 %	+68,3 %	+66,0 %	+62,8 %	+57,4 %	+54,9 %	+51,9 %	+49,3 %	+45,5 %	+39,6 %	+38,7 %	+37,2 %	+36,1 %	+35,9 %	+35,8 %
AMD Ryzen 7 2700	+71,5 %	+68,8 %	+66,5 %	+63,3 %	+57,9 %	+55,4 %	+52,4 %	+49,8 %	+46,0 %	+40,0 %	+39,2 %	+37,6 %	+36,5 %	+36,3 %	+36,3 %
AMD Ryzen 5 2600	+74,5 %	+71,8 %	+69,5 %	+66,2 %	+60,7 %	+58,1 %	+55,1 %	+52,4 %	+48,6 %	+42,5 %	+41,6 %	+40,1 %	+38,9 %	+38,7 %	+38,7 %
Intel Core i7-5775c	+76,1 %	+73,5 %	+71,1 %	+67,8 %	+62,2 %	+59,6 %	+56,5 %	+53,9 %	+50,0 %	+43,9 %	+43,0 %	+41,4 %	+40,3 %	+40,0 %	+40,0 %
AMD Ryzen 7 1800X	+77,2 %	+74,5 %	+72,1 %	+68,7 %	+63,1 %	+60,6 %	+57,4 %	+54,8 %	+50,8 %	+44,7 %	+43,8 %	+42,2 %	+41,1 %	+40,8 %	+40,8 %
AMD Ryzen 5 1600	+96,0 %	+93,0 %	+90,4 %	+86,7 %	+80,5 %	+77,6 %	+74,2 %	+71,2 %	+66,9 %	+60,1 %	+59,1 %	+57,3 %	+56,1 %	+55,8 %	+55,8 %
Intel Core i7-4790K	+103,4 %	+100,3 %	+97,5 %	+93,7 %	+87,3 %	+84,3 %	+80,7 %	+77,6 %	+73,1 %	+66,1 %	+65,1 %	+63,2 %	+61,9 %	+61,7 %	+61,6 %
AMD Ryzen 5 3400G	+111,3 %	+108,1 %	+105,2 %	+101,3 %	+94,6 %	+91,5 %	+87,8 %	+84,6 %	+79,9 %	+72,6 %	+71,5 %	+69,6 %	+68,3 %	+68,0 %	+67,9 %
Intel Core i7-3770K	+147,0 %	+143,2 %	+139,9 %	+135,2 %	+127,4 %	+123,8 %	+119,5 %	+115,8 %	+110,3 %	+101,7 %	+100,5 %	+98,3 %	+96,7 %	+96,3 %	+96,3 %
Intel Core i7-2600K	+171,2 %	+167,1 %	+163,4 %	+158,3 %	+149,7 %	+145,8 %	+141,0 %	+136,9 %	+130,9 %	+121,5 %	+120,1 %	+117,7 %	+116,0 %	+115,6 %	+115,5 %

System: MSI RTX 2080 Ti Trio Z, 16 GiB RAM pro Speicherkanal mit Hersteller-Spezifikation ■ Leistungsverlust! ■ Leistungsgewinn bis 50 Prozent ■ Leistungsgewinn über 50 Prozent

Kaufberatung

AMD Ryzen 9 5950X und 5900X – die besten Desktop-CPUs

Zen 3 dominiert den PCGH-Vergleich und die Umfragen zeigen, dass Ryzen 5000 eingeschlagen ist wie eine Bombe.

Wie weckt man das Interesse der Kunden? Nun, indem man ihnen ein Produkt liefert, dass keine Wünsche offen lässt. Der Launch ist schon viele Monate her, das Interesse an den Ryzen-5000-Prozessoren reißt jedoch nicht ab. Unsere Top-Empfehlung lautet daher Ryzen 9 5950X oder Ryzen 9 5900X.

Platz 1 im CPU-Index belegt der 16-Kerner 5950X, völlig egal, ob es sich dabei um Spiele oder um Anwendungen handelt. Der AMD-Prozessor boostet dabei selbstständig mit bis zu 5 GHz unter Single-Core-Last und mit einem dynamischen All-Core-Boost, wenn sich die Auslastung auf mehrere Kerne verteilt. Mit einer TDP von 105 Watt sollten Sie der CPU einen leistungsfähigen Kühler gegenüberstellen. Mit bis zu 32 Threads (so viele hatten vor einigen Jahren nur HEDT-Prozessoren) richtet sich diese CPU natürlich an jene, die vorrangig mit ihrem Computer arbeiten, beispielsweise für hochwertige Audio- und Videobearbeitung. Das Fehlen von Threadripper-CPUs in den Anwendungsbenchmarks entschuldigt daher ein Ryzen 9 5950X allein durch sein Vorhandensein etwas, denn AMD braucht gar keine HEDT-CPU, um die bislang schnellste Intel-CPU auf diesem Gebiet, einen Core i9-10980XE, zu schlagen.

Eine Nummer kleiner, jedoch kaum weniger konkurrenzfähig ist ein Ryzen 9 5900X. Um vier Rechenherzen beraubt, bietet der 12-Kerner mit insgesamt 24 Threads immer noch eine sehr hohe Anwendungsleistung, ist dem Sweet-Spot für einen Allrounder dank des günstigeren Kaufpreises aber einen großen Schritt näher als ein 5950X. Ab Werk ist der CPU zwar kein Boost auf 5 GHz vergönnt, doch dies hat ohnehin mehr eine psychologische Komponente. Ob Ihre CPU mit 4,9 oder 5,0 GHz rechnet, werden Sie nicht bemerken. Die TDP ist mit 105 Watt gleich wie beim großen Bruder, unter Last ist der Prozessor natürlich etwas sparsamer unterwegs, da „nur" 12 statt 16 Kerne mit Strom versorgt werden müssen. Beide Ryzen 9 liefern PCI-Express 4.0 und sind die letzten Monate stärker im Preis gefallen. Bis AMD den Nachfolger bringt, können Sie für Ihren Desktop-PC keine besseren CPUs kaufen. Selbst mit dem Ryzen 9 5900X dürften Sie lange sehr gut aufgestellt sein und können zukünftige Generationen abwarten.

AMD Ryzen 7 5800X und Ryzen 5 5600X – sehr gutes P/L-Verhältnis

Sie benötigen keine 16 Kerne und kaufen lieber etwas günstiger ein? Die Zen-3-Mittelklasse macht es möglich.

Sechs- und Achtkerner sind vor allem bei PC-Spielern sehr beliebt. Das liegt nicht nur am guten Preis/Leistungs-Verhältnis dieser CPUs, sondern vor allem daran, dass viele moderne 3D-Spiele für diese Anzahl an Rechenherzen optimiert sind. Ryzen 7 5800X und Ryzen 5 5600X mögen gemessen am Preis der Vorgänger etwas teuer erscheinen, liefern dafür aber das beste Gesamtpaket für einen anständigen Spiele-PC. Beginnen wir doch mit dem kleinsten Zen-3-Prozessor, Ryzen 5 5600X: Mit einer TDP von nur 65 Watt ist es sehr leicht, diese CPU zu kühlen. Dennoch boosten alle Kerne bei Spielen auf fast 4,7 GHz, der Single-Core-Boost liegt sogar noch etwas darüber. Ein kurzer Blick in den CPU-Index verrät, dass der kleine Hexacore mit einem Intel Core i9-10900K schritthalten kann, der bekanntermaßen auf eine TDP von 125 Watt mit Boost auf 250 Watt setzt. Wie die anderen Ryzen 5000 setzt auch ein 5600X auf PCI-Express 4.0. Wer Sorge hat, dass sechs Kerne bald nicht mehr ausreichen, den können wir beruhigen. Selbst ein altehrwürdiger Core i7-8700K liefert bis heute ausreichende Performance in fast allen PC-Spielen. Da ein 5600X noch eine gute Ecke schneller rechnet, werden Sie lange Spaß mit diesem Prozessor haben.

Etwas mehr darf es dann beim Ryzen 7 5800X sein. Der Achtkerner setzt auf eine TDP von 105 Watt, was es ihm erlaubt, einen hohen Single-Core-Boost von 4,8 GHz und relativ hohe Taktraten unter All-Core-Last zu halten. Mit acht Kernen agiert der Prozessor am Sweet-Spot, die meisten Spiele nutzen nicht mehr als 16 Threads, beobachten Sie dazu den geringen Leistungsunterschied zwischen Ryzen 5800X und 5900X. In Anwendungen müssen die beiden „kleinen" Ryzen 5000 natürlich Federn lassen, trotzdem sind sie im Vergleich mit ihren Vorgängern (und Intel-CPUs aus der gleichen Preisklasse mit mehr Kernen) überlegen, was der mächtigen Zen-3-Architektur zugrunde liegt. Falls Sie sich für den 5800X entscheiden, sollten Sie in einen leistungsfähigen CPU-Kühler investieren. Da die CPU alle ihre Kerne in einem Core Complex vereint, entsteht in einem sehr schmalen Bereich eine große Hitze. Temperaturen im Bereich von 80 oder 90 °C sind jedoch nicht schädlich für den Chip, können den einen oder anderen sanftmütigen Nutzer jedoch verunsichern. Nutzen Sie im Zweifel den Eco-Mode des 5800X.

Intel Rocket Lake – potente Spiele-Partner

Intel bewirbt die 11. Core-Generation als beste Prozessoren für PC-Spiele. Dem stimmen wir zu, aber ...

... eins nach dem anderen. Ende Mai 2020 hat Intel mit Comet Lake das Ende der 14-nm-Ära eingeläutet. Dessen Nachfolger, Rocket Lake, basiert zwar technisch auf einem 10-nm-Design, hat aber eine Rückportierung auf 14 nm erfahren, um die hohen Taktraten des Vorgängers halten zu können. Intel hat nur wenige Rocket-Lake-Prozessoren hervorgebracht. Wichtig für Spieler sind im Grunde diese vier: Core i9-11900K, Core i7-11700K, Core i5-11600K und Core i5-11400F. Im Gegensatz zum Vorgänger bieten alle Prozessoren der 11. Core-Generation PCI-Express 4.0, dazu ist in der Regel aber ein Mainboard mit 500er-Chip nötig, beispielsweise ein Z590 oder B560. Die große Stärke der vier CPUs ist ihre hohe Rohleistung, selbst ein i5-11400F kann es mit etwas schnellerem Arbeitsspeicher bereits mit der (Spiele-)Leistung eines i9-10900K aufnehmen. 11900K und 11700K setzen dabei auf acht Kerne und stellen die Speerspitze von Rocket Lake dar. Da beide CPUs auf die gleiche Anzahl von Rechenherzen setzen, genießt der 11900K gewisse Privilegien, um sich abzuheben (und den hohen Preis zu rechtfertigen). Zum einen wäre da der Gear-1-Modus mit DDR4-3200, zum anderen verfügt ausschließlich der Core i9, neben den bekannten Turbo-Modi, über die neue Adaptive-OC-Funktion, welche ähnlich funktioniert, wie das „Multicore Enhancement"-Feature einiger Mainboards. Mithilfe dieser darf ein i9-11900K auf bis zu 5,1 GHz (Allcore) beschleunigen (Standard 4,8 GHz), sofern keine Limits anliegen. Ein 11700K taktet hingegen Allcore nur bis 4,6 GHz. Das K-Suffix erlaubt es Ihnen jedoch, den CPU-Takt jederzeit Ihren Bedürfnissen anzupassen. In die Mitteklasse fällt neben dem 11400F auch ein i5-11600K. Der Hexacore mit einer TDP von 125 Watt ist einem 10900K ebenbürtig und schlägt spielend einen i7-10700K. Die Achillesverse von Rocket Lake ist allerdings die Leistungsaufnahme. Wenn wir beim 11600K bleiben und die Anwendungsleistung mit einem AMD Ryzen 5 5600X vergleichen, sind die Produkte in etwa auf Augenhöhe – das Rocket-Lake-System benötigt dafür allerdings rund 54 Prozent mehr Energie. Je leistungsfähiger der Prozessor, desto ineffizienter wird Rocket Lake im Vergleich. Gegenüber einem Ryzen 9 5950X benötigt ein Core i9-11900K bei gleicher Anwendungslast rund 77 Prozent(!) mehr Energie, erreicht dabei aber 70 Prozent der Leistung des 16-Kerners. Die Leistung ist somit über jeden Zweifel erhaben und wer ein Auge bei der Effizienz zudrücken kann, erhält mit Rocket Lake ausgezeichnete Prozessoren.

AMD Ryzen 5 3600

Der vorletzte Platz wird dieser CPU nicht gerecht. In Sachen Preis/Leistung ist dieser Hexacore nämlich ungeschlagen.

Dieser Prozessor ist AMDs Goldstück. Denn keine andere Zen-2-CPU dürfte sich so oft verkauft haben wie der Ryzen 5 3600. Dieser Prozessor erreicht rund 75-80 Prozent der Spieleleistung eines Intel Core i9-10900K – für nur 165 Euro. Dazu gehören natürlich alle weiteren Vorteile von Zen 2, darunter DDR4-3200-Unterstützung und PCI-Express 4.0 (sofern auf einem passenden Board installiert). Von seinen größeren Brüdern, Ryzen 5 3600X und Ryzen 5 3600XT, raten wir allerdings ab. Keine Frage, auch diese liefern eine hohe Leistung, machen allerdings das gute Preis-Leistungs-Verhältnis zunichte. Wer unsere CPU-Benchmarks studiert, stellt fest, dass der Ryzen 5 3600 sogar seine Vorgänger in Form der Octacores spielend übertrumpft – auch oft in Anwendungen. Auf dem Markt gibt es nur zwei Prozessoren, die dem Ryzen 5 3600 gefährlich nahekommen. Das ist der Quadcore aus dem eigenen Hause, ein Ryzen 3 3300X, der in machen Spielen sogar schneller unterwegs aber leider kaum lieferbar ist, und Intels Preis-Leistungs-Star, der Core i5-10400F für rund 160 Euro.

Intel Core i5-10400F

Immer noch sehr zu empfehlen, wenn Sie möglichst wenig Geld in viele Fps verwandeln wollen.

Die Achillesferse des Core i5-9400F war die fehlende Fähigkeit für SMT, was den Prozessor in Anwendungen und einigen Spielen langsam machte. Genau hier setzt der Core i5-10400F an. Mit SMT, 300 MHz mehr Takt im Allcore-Boost und 200 MHz mehr Takt im Singlecore-Boost wird der Core i5-10400F konkurrenzfähig zum AMD Ryzen 5 3600. Auch preislich unterscheiden sich die beiden CPUs nicht wesentlich voneinander. Mit einer TDP von nur 65 Watt und ohne IGP agiert die CPU sehr effizient und eignet sich am besten für reine Spiele-PCs. Dank SMT braucht sich der Hexacore nun auch in Anwendungen nicht zu verstecken und überflügelt nicht selten sogar den Core i5-9600K oder Core i7-8700K. Egal, ob Sie sich für den Ryzen 5 3600 oder den Core i5-10400F entscheiden: Sie werden im Preisbereich um 160 Euro keine bessere CPU finden. AMD hat allerdings hier den Plattform-Vorteil und bietet mit PCI-E 4.0 mehr fürs Geld. Sie müssen sich daher fragen, wann Sie das nächste mal aufrüsten wollen, denn PCI-E 4.0 kann für mehr Leistung mit passender GPU sorgen.

Grafikkarten-Wahnsinn

Die Nachfrage nach potenten Grafikkarten ist nach wie vor größer als das Angebot. Wir verraten, was sich mit Blick auf die kommende Spiele-Generation lohnt – und was Sie besser nicht kaufen sollten.

Leistungsfähige Grafikkarten sind gefragter denn je. Nicht nur Spieler gieren nach höherer Rechenkraft, sondern auch die Betreiber von Mining- und Render-Farmen. Auf der anderen Seite stehen die immensen Kosten für Forschung und Entwicklung. So kommt es, dass Grafikkarten seit etwa einem Jahr rar und teuer sind. Ein Ende dieser Dürre ist nicht in Sicht – und signifikant geringere Preise sowieso nicht. Aus Branchenkreisen ist zu hören, dass aufgrund höherer Material- und Fertigungskosten auch im Jahr 2022 keine Entspannung zu erwarten ist.

Deswegen müssen Sie Ihr Gaming-Hobby nicht an den Nagel hängen. Die verlangsamte Entwicklung hat auch Vorteile: einmal gekaufte Hardware hält länger. Das gilt bereits seit einigen Jahren. Haben Sie beispielsweise im Jahr 2018 eine Geforce RTX 2080 Ti gekauft und sich damals über den gesalzenen Preis geärgert, zählen Sie heute zu den Gewinnern. Die Architektur bietet alle modernen Features und hält sich hervorragend. Ähnlich sieht es bei der vorhergehenden GPU-Oberklasse aus: Wer eine Geforce GTX 1070/1080 oder Radeon RX Vega 56/64 gekauft hat, kann damit selbst heute noch ordentlich zocken. Vor 20 Jahren, als sich die Leistung alle zwölf Monate vervielfachte, war eine Grafikkarte nach einem ähnlichen Zeitraum nur noch Elektroschrott – ja, auch der 3D-Wegbereiter Voodoo Graphics aus dem Jahr 1996, welcher nach der Jahrtausendwende kaum noch für neue Spiele geeignet war.

Ansprüche und Chancen

Nach wie vor gilt: Verschieben Sie den Grafikkarten-Kauf solange, bis sich die Lage am Markt wieder normalisiert. Alternativ sehen Sie sich im Freundes- und Bekanntenkreis nach einem fair bepreisten Gebrauchtmodell um, denn nicht jedermann nutzt die aktuelle Lage schamlos aus. Falls sie doch bei Neuware zuschlagen, haben wir im Folgenden Empfehlungen verschiedener Leistungsklassen für Sie. Dabei sollten Sie stets im Hinterkopf behalten, dass Auflösung allein Grafikkartensache ist. Je mehr Pixel, desto mehr Rechenleistung ist nötig. Full-HD-Spieler haben es daher am einfachsten, sie benötigen in der Regel keine sündteuren GPU-Boliden zum Glücklichsein. WQHD-Zocker benötigen deutlich stärkere Grafikkarten, ebenso Freunde des UWQHD-Formats und erst recht Ultra-HD-Nutzer.

Ende 2020 erblickte die amtierende Konsolen-Generation das Licht der Welt. Auch wenn Playstation 5 und Xbox Series X|S vergleichbar schlecht lieferbar sind wie PC-Grafikkarten, wirken sie sich mehr oder minder direkt auf PC-Spiele aus. Derzeit befinden sich nicht nur die Grafikkarten in einer Übergangsphase, sondern auch die Spiele. Kein Titel ist auf die Möglichkeiten getrimmt, alle Entwicklungen nehmen noch Rücksicht auf die vorherige Konsolengeneration.

Das wird sich voraussichtlich mit den anstehenden Herbst- und Winter-Blockbustern ändern. Diese erklimmen neue Grafik-Sphären und bringen entsprechende Anforderungen. Unsere neuesten Messreihen offenbaren schon jetzt, dass die sorglose Zeit mit 8 GiByte Grafikspeicher zu ihrem Ende kommt.

Leistungsspektrum

Auf der rechten Seite sehen Sie die Grafikkarten-Rangliste. Diese basiert auf aktuellen Benchmarks von zahlreichen, bunt gemischten Spielen und skizziert damit „die Wahrheit“ so präzise wie möglich.

Grafikkarten-Leistung: Rasterizing & Raytracing

■ Gesamt ■ FHD: 1.920 × 1.080 ■ WQHD: 2.560 × 1.440 ■ UWQHD: 3.440 × 1.440 ■ UHD: 3.840 × 2.160

BESSER ► | **Normierte Leistung**
Preis-Leistungs-Index (PLV): Mehr ist besser

Leistungsindex

Geforce RTX 3090
Takt: ~1,86/9,75 GHz
RAM: 24 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 1.550 € (UVP)
PLV: 47,4 %

100 % | 97 % | 100 % | 100 % | 100 %

	Anno	ACV	BF5	BL3	CoD	Ctrl	Crysis	C2077	Days	D3	Doom	F1	Forza	Hit3	HZD	Metro	RDR2	RE8	SeSam	TW3
FHD	157	86	172	201	171	164	114	114	200	307	321	240	193	213	94	88	76	256	98	135
WQHD	109	74	122	138	130	110	103	80	154	196	270	192	155	171	86	75	70	188	79	112
UWQHD	94	62	99	106	106	88	81	67	129	148	225	165	132	139	76	64	61	153	66	97
UHD	63	48	68	70	77	57	69	44	92	100	165	109	102	103	63	53	51	107	51	77

Radeon RX 6900 XT LC
Takt: ~2,40/9,2 GHz
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: OEM-Produkt
PLV: –

99,0 % | 100 % | 99,8 % | 97,7 % | 95,1 %

	Anno	ACV	BF5	BL3	CoD	Ctrl	Crysis	C2077	Days	D3	Doom	F1	Forza	Hit3	HZD	Metro	RDR2	RE8	SeSam	TW3
FHD	148	124	190	208	194	160	113	120	184	298	332	243	219	261	88	82	70	310	106	119
WQHD	106	99	123	133	140	102	101	84	137	157	269	188	168	182	79	69	62	224	91	98
UWQHD	89	80	94	99	112	80	80	68	113	112	219	161	137	138	69	59	56	177	77	83
UHD	59	57	58	63	80	50	67	43	78	70	156	109	100	111	57	48	46	118	63	64

Geforce RTX 3080 Ti
Takt: ~1,80/9,5 GHz
RAM: 12 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 1.200 € (UVP)
PLV: 58,6 %

95,7 % | 92,9 % | 95,9 % | 95,5 % | 95,4 %

	Anno	ACV	BF5	BL3	CoD	Ctrl	Crysis	C2077	Days	D3	Doom	F1	Forza	Hit3	HZD	Metro	RDR2	RE8	SeSam	TW3
FHD	149	83	167	194	165	156	114	108	193	296	305	232	187	211	91	84	72	243	95	127
WQHD	106	70	117	131	124	105	102	76	148	190	257	185	151	164	83	71	64	178	77	107
UWQHD	90	60	94	100	102	84	79	63	124	143	212	158	127	132	73	60	58	145	63	92
UHD	61	48	65	67	73	54	67	42	88	96	157	104	97	98	60	50	48	102	49	74

Radeon RX 6900 XT
Takt: ~2,30/8,0 GHz
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 1.000 € (UVP)
PLV: 68,5 %

93,3 % | 94,6 % | 94,2 % | 92,0 % | 89,2 %

	Anno	ACV	BF5	BL3	CoD	Ctrl	Crysis	C2077	Days	D3	Doom	F1	Forza	Hit3	HZD	Metro	RDR2	RE8	SeSam	TW3
FHD	139	122	178	206	186	148	112	114	169	273	320	231	205	240	82	75	66	292	101	112
WQHD	99	97	115	130	132	96	98	80	126	148	259	178	158	174	74	64	59	207	84	92
UWQHD	82	78	88	96	107	76	78	65	104	102	209	151	127	132	65	55	53	164	72	79
UHD	54	56	54	61	76	48	62	41	71	64	150	101	93	104	53	44	43	107	59	61

Radeon RX 6800 XT
Takt: ~2,33/8,0 GHz
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 650 € (UVP)
PLV: 100,0 %

88,4 % | 90,5 % | 89,5 % | 86,9 % | 83,8 %

	Anno	ACV	BF5	BL3	CoD	Ctrl	Crysis	C2077	Days	D3	Doom	F1	Forza	Hit3	HZD	Metro	RDR2	RE8	SeSam	TW3
FHD	131	118	170	193	178	140	111	107	164	254	301	223	195	234	80	74	63	279	97	108
WQHD	92	93	110	120	128	90	96	74	121	139	239	170	150	166	72	62	55	196	80	87
UWQHD	77	72	84	89	100	72	75	60	100	96	193	143	121	127	64	53	50	155	67	75
UHD	50	52	52	57	72	45	58	38	69	61	137	95	87	99	51	42	40	101	55	57

Geforce RTX 3080
Takt: ~1,88/9,5 GHz
RAM: 10 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 720 € (UVP)
PLV: 89,5 %

87,7 % | 86,0 % | 87,9 % | 87,2 % | 86,5 %

	Anno	ACV	BF5	BL3	CoD	Ctrl	Crysis	C2077	Days	D3	Doom	F1	Forza	Hit3	HZD	Metro	RDR2	RE8	SeSam	TW3
FHD	135	78	153	180	157	144	112	101	180	262	291	217	172	204	87	73	66	227	82	118
WQHD	95	67	108	119	117	96	98	71	137	166	240	171	138	150	78	63	59	164	66	98
UWQHD	80	56	87	90	94	76	77	59	113	124	199	144	115	120	68	54	53	133	54	84
UHD	53	44	58	60	68	51	60	38	80	84	144	95	88	90	55	45	45	93	44	67

Radeon RX 6800
Takt: ~2,20/8,0 GHz
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 580 € (UVP)
PLV: 95,1 %

75,0 % | 76,8 % | 75,7 % | 73,7 % | 71,3 %

	Anno	ACV	BF5	BL3	CoD	Ctrl	Crysis	C2077	Days	D3	Doom	F1	Forza	Hit3	HZD	Metro	RDR2	RE8	SeSam	TW3
FHD	111	99	147	160	156	122	106	90	136	228	258	178	165	212	62	57	55	236	78	87
WQHD	79	77	97	100	111	79	82	64	102	127	205	139	126	143	57	49	48	165	66	71
UWQHD	67	60	73	75	89	62	63	51	84	90	166	118	102	108	50	42	43	131	56	62
UHD	44	43	46	47	63	39	49	32	57	56	119	80	74	84	41	34	36	86	46	48

Geforce RTX 3070 Ti
Takt: ~1,88/9,5 GHz
RAM: 8 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 620 € (UVP)
PLV: 87,9 %

74,1 % | 75,0 % | 74,6 % | 73,3 % | 71,0 %

	Anno	ACV	BF5	BL3	CoD	Ctrl	Crysis	C2077	Days	D3	Doom	F1	Forza	Hit3	HZD	Metro	RDR2	RE8	SeSam	TW3
FHD	122	72	128	149	135	119	106	84	158	219	251	188	160	184	77	66	54	195	73	104
WQHD	84	60	89	96	100	79	82	58	118	138	204	142	125	126	67	55	48	138	57	85
UWQHD	70	50	70	73	81	63	63	48	98	104	165	115	104	99	57	47	43	111	46	72
UHD	46	39	45	48	58	38	48	30	68	70	106	75	78	72	47	38	36	76	37	57

Geforce RTX 3070
Takt: ~1,85/7,0 GHz
RAM: 8 GiB GDDR6
Preis: Ca. 520 € (UVP)
PLV: 95,1 %

67,3 % | 69,0 % | 67,8 % | 66,3 % | 63,6 %

	Anno	ACV	BF5	BL3	CoD	Ctrl	Crysis	C2077	Days	D3	Doom	F1	Forza	Hit3	HZD	Metro	RDR2	RE8	SeSam	TW3
FHD	111	68	115	139	129	108	98	78	144	185	233	175	151	174	72	59	49	181	63	96
WQHD	76	56	79	89	93	71	74	53	106	115	188	131	116	118	62	50	43	127	50	77
UWQHD	60	47	62	67	74	57	57	43	88	87	151	106	96	92	53	42	39	102	42	65
UHD	42	36	40	43	51	34	43	27	61	58	95	68	71	66	42	34	33	69	32	50

Raytracing-Leistungsindex

Geforce RTX 3090
Takt: ~1,89/9,75 GHz
RAM: 24 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 1.550 € (UVP)
PLV: 52,7 %

100 % | 100 % | 100 % | 100 % | 100 %

	CoD	C2077	DRT5	God	Medi	MEEE	Mcrft	RE8	WDL	WoW
FHD	102	69	119	143	58	188	91	161	75	126
WQHD	73	46	100	109	47	146	58	139	54	123
UWQHD	58	37	87	86	42	117	46	112	42	117
UHD	42	24	70	61	31	81	28	99	29	93

Geforce RTX 3080 Ti
Takt: ~1,82/9,5 GHz
RAM: 12 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 1.200 € (UVP)
PLV: 65,5 %

96,2 % | 97,0 % | 96,6 % | 95,5 % | 95,6 %

	CoD	C2077	DRT5	God	Medi	MEEE	Mcrft	RE8	WDL	WoW
FHD	100	67	118	140	56	186	86	154	70	126
WQHD	71	44	98	105	46	140	56	133	51	122
UWQHD	56	35	85	82	40	112	43	106	41	106
UHD	41	23	68	59	30	77	27	95	28	88

Geforce RTX 3080
Takt: ~1,89/9,5 GHz
RAM: 10 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 720 € (UVP)
PLV: 100,0 %

88,0 % | 90,9 % | 88,8 % | 86,8 % | 85,6 %

	CoD	C2077	DRT5	God	Medi	MEEE	Mcrft	RE8	WDL	WoW
FHD	94	61	109	131	52	177	78	141	66	126
WQHD	66	40	91	95	42	128	51	120	47	116
UWQHD	52	32	78	71	37	102	39	96	37	98
UHD	37	20	62	45	27	70	24	86	26	81

Radeon RX 6900 XT LC
Takt: ~2,40/9,2 GHz
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: OEM-Produkt
PLV: –

77,4 % | 81,5 % | 77,5 % | 75,7 % | 74,9 %

	CoD	C2077	DRT5	God	Medi	MEEE	Mcrft	RE8	WDL	WoW
FHD	63	41	134	128	45	159	41	143	66	143
WQHD	44	28	109	93	36	106	25	127	46	114
UWQHD	36	22	93	73	31	84	20	99	37	94
UHD	26	14	71	52	24	55	13	95	24	76

Radeon RX 6900 XT
Takt: ~2,30/8,0 GHz
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 1.000 € (UVP)
PLV: 58,0 %

71,0 % | 75,3 % | 71,3 % | 69,2 % | 68,3 %

	CoD	C2077	DRT5	God	Medi	MEEE	Mcrft	RE8	WDL	WoW
FHD	57	36	120	127	40	149	37	130	61	138
WQHD	40	24	99	91	32	98	23	116	42	110
UWQHD	32	19	84	72	28	77	18	90	33	89
UHD	23	12	66	49	21	50	11	86	22	71

Geforce RTX 3070 Ti
Takt: ~1,90/9,5 GHz
RAM: 8 GiB GDDR6X
Preis: Ca. 620 € (UVP)
PLV: 89,9 %

68,2 % | 75,6 % | 71,4 % | 66,6 % | 59,0 %

	CoD	C2077	DRT5	God	Medi	MEEE	Mcrft	RE8	WDL	WoW
FHD	78	49	94	105	41	144	60	113	57	126
WQHD	54	32	77	61	32	101	38	96	40	114
UWQHD	42	24	65	34	28	81	29	76	29	92
UHD	23	14	51	19	21	55	15	68	11	73

Radeon RX 6800 XT
Takt: ~2,33/8,0 GHz
RAM: 16 GiB GDDR6
Preis: Ca. 650 € (UVP)
PLV: 84,1 %

66,8 % | 71,2 % | 67,2 % | 65,1 % | 63,8 %

	CoD	C2077	DRT5	God	Medi	MEEE	Mcrft	RE8	WDL	WoW
FHD	53	34	116	120	38	141	36	124	57	129
WQHD	37	23	95	86	30	94	21	108	39	103
UWQHD	30	18	79	67	26	75	17	84	31	83
UHD	21	12	61	46	19	48	10	80	20	66

Geforce RTX 2080 Ti
Takt: ~1,75/7,0 GHz
RAM: 11 GiB GDDR6
Preis: Nicht lieferbar
PLV: –

66,1 % | 69,7 % | 67,0 % | 64,4 % | 63,3 %

	CoD	C2077	DRT5	God	Medi	MEEE	Mcrft	RE8	WDL	WoW
FHD	71	42	86	100	42	127	51	105	53	120
WQHD	49	28	72	69	32	90	33	88	37	110
UWQHD	39	22	61	53	27	72	25	70	29	88
UHD	28	14	47	35	20	48	16	62	20	70

Geforce RTX 3070
Takt: ~1,88/7,0 GHz
RAM: 8 GiB GDDR6
Preis: Ca. 520 € (UVP)
PLV: 98,7 %

62,7 % | 70,8 % | 66,4 % | 61,4 % | 52,3 %

	CoD	C2077	DRT5	God	Medi	MEEE	Mcrft	RE8	WDL	WoW
FHD	74	45	88	93	39	133	56	104	55	124
WQHD	51	29	71	57	31	92	36	88	38	106
UWQHD	38	22	60	31	26	73	27	69	27	85
UHD	20	12	47	15	19	49	13	62	9	67

Spielenamen: Anno: Anno 1800, ACV: Assassin's Creed Valhalla, BF5: Battlefield 5, BL3: Borderlands 3, CoD: Call of Duty Black Ops Cold War, Ctrl: Control, Crysis: Crysis Remastered, C2077: Cyberpunk 2077, Days: Days Gone, DRT5: Dirt 5, D3: Desperados 3, Doom: Doom Eternal Ancient Gods 1, F1: F1 2020, Forza: Forza Horizon 4, God: Godfall, Hit3: Hitman 3, HZD: Horizon Zero Dawn, Medi: The Medium, MEEE: Metro Exodus Enhanced Edition, Mcrft: Minecraft RTX, RDR2: Red Dead Redemption 2, RE8: Resident Evil Village, SeSam: Serious Sam 4, TW3: The Witcher 3, WDL: Watch Dogs Legion, WoW: World of Warcraft Shadowlands.
Referenzkarten/Founders-Editionen unter sich. System: AMD Ryzen 9 5950X @ 16C/16T (SMT aus; Curve-/PBO-optimiert), Asus X570 Crosshair VIII Hero, 32 GiB Corsair DDR4-3800 (14-15-14-26-35-1T), Infinity Fabric @ 1,9 GHz; Windows 10 x64 21H1; AF auf Standardqualität; Fps-Angaben gerundet auf Ganzzahlen

Je höher die Auflösung, desto besser stehen Nvidias Ampere-Grafikkarten RTX 3090 und RTX 3080 (Ti) da. Das haben sie ihrer hohen FP32-Leistung und Speichertransferrate zu verdanken, welche in niedrigen Auflösungen wie Full HD nicht voll ausgelastet werden. Die Radeon RX 6900 XT und 6800 XT lassen genau dort ihre Muskeln spielen, hier zahlen sich der rasante, in der GPU platzierte „Infinity Cache“ und auch der effizientere Speicherzugriff mittels Smart Access Memory (sofern von der Infrastruktur unterstützt) am meisten aus. Mit steigender Auflösung sinkt die Effektivität des Caches und die Kopiervorgänge zum relativ langsamen Grafikspeicher sind unumgänglich. Letzteres kostet nicht nur Zeit, sondern auch Energie.

Die Referenzdesigns der Radeon RX 6700 XT und Geforce RTX 3070/3060 Ti im beispielhaften Vergleich. Große Unterschiede gibt es vor allem bei der Stromzufuhr: AMD setzt auf Standard-Buchsen, Nvidia auf Micro-Fit. Jeder Founders-Edition ...

... der Geforce RTX 30 trägt Nvidias 12-polige Mini-Strombuchse, die eine kompakte Trägerplatine begünstigt. Die Nvidia-Boardpartner setzen für ihre Eigendesigns derweil auf mehrere „ausgewachsene“ 8-Pol-Buchsen.

Doch der Spaß mit den genannten Grafikkarten ist teuer, vierstellige Preisschilder sind seit Monaten die Regel. Daher kann es sich lohnen, den Gebrauchtmarkt nach Aufrüstkandidaten abzugrasen. Übergangsweise kommt beispielsweise die ehemalige Oberklasse in Gestalt der Radeon RX 5700 (XT) oder Geforce RTX 2070 (Super) in Frage. Ausgehend von einer Vega- oder GTX-10-Grafikkarte lohnen sich auch kleinere Modelle der aktuellen Neupreis-Generation, beispielsweise die Radeon RX 6700 XT oder Geforce RTX 3060 Ti – werfen Sie am besten einen Blick auf den Leistungsindex und die rechts abgebildeten Aufrüstmatrizen und entscheiden Sie dann.

Mittelklasse

Aufgrund der angespannten Liefersituation und entsprechend hoher Preise können wir keine Empfehlung für Neuware im Bereich der Grafikkarten-Mittelklasse aussprechen. Alle Modelle, die in Frage kommen, darunter die Geforce RTX 2060 und Radeon RX 5600 XT, sind sowohl überteuert als auch nur mit 6 GiByte Speicher bestückt. Falls Sie ein günstiges Übergangsmodell für das Spielen in Full HD suchen, hilft etwas Glück bei der Suche im Gebrauchtmarkt. Modelle des Typs Radeon RX 570/580/590 und Geforce GTX 1660 (Super) eignen sich beispielsweise.

Oberklasse

Wer eine Grafikkarte für die immer beliebter werdende WQHD-Auflösung sucht, sollte mindestens ein Modell mit 8 GiByte Speicher wählen, um in fortschrittlichen Spielen allen Details gewachsen zu sein. Starke Modelle für diesen Einsatzzweck sind beispielsweise die Radeon RX 6800 und Geforce RTX 3070, welche je nach Ausführung gleich schnell sind. Faustregel: Die Geforce hat beim Raytracing klar die Kühlerhaube vorn, die Radeon bei klassischer Grafikausgabe.

High-End

Das High-End ist von zahlreichen attraktiven Modellen der RTX-30- und RX-6000-Generation bevölkert – allein die Preise bereiten keine Freude. Wie bereits erwähnt, kommt es auf Ihre Präferenzen an, welchem Modell Sie den Vorzug geben sollten. Raytracing-Freunde greifen zu einer RTX 3080 (Ti) oder 3090, während die Radeon RX 6800 XT und 6900 XT vor allem für High-Fps-Spieler interessant sind.

Abseits der Leistung gibt es noch die B-Note. Die Radeon RX 6900 XT und 6800 XT sind nicht nur sehr schnell, sie sind auch sparsamer und in den jeweiligen Referenzversionen leiser als ihre Kontrahenten Geforce RTX 3090/3080 (Ti), es steht 300 Watt zu 320 bis 350 Watt. Außerdem punktet AMD mit günstigeren (Listen-)Preisen. Welches Modell es werden soll, muss jeder Spieler für sich entscheiden. Dabei wirft die Speicherkapazität der RTX 3080 (10 GiByte) die Frage auf, wie lange diese dem High-End-Anspruch noch genügt, während die RTX 3090 dank 24 GiByte regelrecht übertrieben bestückt ist – zumindest für Spieler. AMD geht den Mittelweg und stattet seine Topkarten mit 16 GiByte aus. Die Geforce RTX 3080 Ti ordnet sich in der Mitte ein und liefert, wie die RTX 3060 und RX 6700 XT, 12 GiByte.

Ein größeres Speicherpolster verlängert die Nutzbarkeit einer Grafikkarte wesentlich – vor allem an der Schwelle zu einer neuen Spiele-Generation, wie momentan. Am deutlichsten betrifft das Texturdetails, denn diese kosten in erster Linie Speicher. Wer genügend davon hat, kann zu minimalen Leistungskosten von hohen Oberflächendetails profitieren und bleibt von Nachladerucklern verschont. PCGH-Benchmarks der anspruchsvollsten PC-Spiele mit aktivem Raytracing bestätigen, dass mit 6 GiByte kaum noch etwas zu holen ist. Sie zeigen aber auch, dass 8 GiByte über kurz oder lang zum Problem werden. Künftige Spiele werden zeigen, wie die Geschichte mittelfristig ausgeht. Mit Direct X 12 Ultimate stehen Möglichkeiten bereit, um neue Effekte effizienter zu berechnen und auch Speicher zu sparen. Die kommenden Monate werden zeigen, welche Grafikkarten dann die Nase vorn haben.

Strahlende ... Gegenwart!

Bislang nur angeschnitten haben wir das Trend-Thema, welches vor drei Jahren gestartet ist: Raytracing. Dabei handelt es sich um eine realitätsnahe, besonders rechenaufwendige Art der Beleuchtung, mit der ganz neue Grafik-Sphären und Realismus möglich sind. RT-Effekte lassen sich nicht einfach

Aufrüstmatrix 1.920 × 1.080: Mögliche Leistungssteigerungen durch GPU-Upgrade

Basis-GPU \ Aufrüst-GPU	Geforce RTX 3080 Ti	Radeon RX 6900 XT	Radeon RX 6800 XT	Geforce RTX 3080	Radeon RX 6800	Geforce RTX 3070 Ti	Geforce RTX 3070	Radeon RX 6700 XT	Geforce RTX 3060 Ti	Radeon RX 6600 XT	Geforce RTX 3060
RX 6800 XT	+ 3 %	+ 5 %	± 0 %	-5 %	-15 %	-17 %	-24 %	-29 %	-33 %	-44 %	-49 %
RTX 3080	+ 8 %	+ 10 %	+ 5 %	± 0 %	-11 %	-13 %	-20 %	-25 %	-30 %	-41 %	-46 %
RX 6800	+ 21 %	+ 23 %	+ 18 %	+ 12 %	± 0 %	-2 %	-10 %	-16 %	-22 %	-34 %	-40 %
RTX 3070 Ti	+ 24 %	+ 26 %	+ 21 %	+ 15 %	+ 2 %	± 0 %	-8 %	-14 %	-20 %	-32 %	-38 %
RTX 3070	+ 35 %	+ 37 %	+ 31 %	+ 25 %	+ 11 %	+ 9 %	± 0 %	-7 %	-13 %	-26 %	-33 %
RX 6700 XT	+ 44 %	+ 47 %	+ 40 %	+ 34 %	+ 19 %	+ 16 %	+ 7 %	± 0 %	-7 %	-21 %	-28 %
RTX 3060 Ti	+ 54 %	+ 57 %	+ 50 %	+ 43 %	+ 28 %	+ 25 %	+ 15 %	+ 7 %	± 0 %	-15 %	-23 %
RX 6600 XT	+ 82 %	+ 85 %	+ 77 %	+ 69 %	+ 50 %	+ 47 %	+ 35 %	+ 26 %	+ 18 %	± 0 %	-10 %
RTX 3060	+ 101 %	+ 105 %	+ 96 %	+ 86 %	+ 66 %	+ 63 %	+ 49 %	+ 40 %	+ 30 %	+ 11 %	± 0 %

Aufrüstmatrix 2.560 × 1.440: Mögliche Leistungssteigerungen durch GPU-Upgrade

Basis-GPU \ Aufrüst-GPU	Geforce RTX 3080 Ti	Radeon RX 6900 XT	Radeon RX 6800 XT	Geforce RTX 3080	Radeon RX 6800	Geforce RTX 3070 Ti	Geforce RTX 3070	Radeon RX 6700 XT	Geforce RTX 3060 Ti	Radeon RX 6600 XT	Geforce RTX 3060
RX 6800 XT	+ 7 %	+ 5 %	± 0 %	-2 %	-15 %	-17 %	-24 %	-31 %	-34 %	-48 %	-50 %
RTX 3080	+ 9 %	+ 7 %	+ 2 %	± 0 %	-14 %	-15 %	-23 %	-30 %	-33 %	-47 %	-49 %
RX 6800	+ 27 %	+ 24 %	+ 18 %	+ 16 %	± 0 %	-1 %	-10 %	-18 %	-23 %	-38 %	-41 %
RTX 3070 Ti	+ 29 %	+ 26 %	+ 20 %	+ 18 %	+ 1 %	± 0 %	-9 %	-17 %	-21 %	-37 %	-40 %
RTX 3070	+ 41 %	+ 39 %	+ 32 %	+ 30 %	+ 12 %	+ 10 %	± 0 %	-9 %	-14 %	-31 %	-34 %
RX 6700 XT	+ 55 %	+ 52 %	+ 45 %	+ 42 %	+ 22 %	+ 21 %	+ 10 %	± 0 %	-5 %	-24 %	-28 %
RTX 3060 Ti	+ 63 %	+ 61 %	+ 53 %	+ 50 %	+ 29 %	+ 27 %	+ 16 %	+ 5 %	± 0 %	-20 %	-24 %
RX 6600 XT	+ 104 %	+ 101 %	+ 91 %	+ 87 %	+ 61 %	+ 59 %	+ 45 %	+ 32 %	+ 25 %	± 0 %	-5 %
RTX 3060	+ 114 %	+ 111 %	+ 100 %	+ 96 %	+ 69 %	+ 67 %	+ 52 %	+ 38 %	+ 31 %	+ 5 %	± 0 %

System: AMD Ryzen 9 5950X @ 16C/16T (SMT aus; PBO-/Curve-tweaked), Asus X570 Crosshair VIII Hero, 32 GiB Corsair DDR4-3800 (14-15-14-25-1T), Infinity Fabric @ 1,9 GHz; Windows 10 x64 21H1

Über 50 Prozent | Plus 31–50 Prozent | Plus 1–30 Prozent | Leistungsverlust!

PCI-Express-Anbindung: Inwiefern bremsen 8 Lanes?

Der Radeon RX 6600 XT stehen nur acht PCI-E-Lanes zur Verfügung – wie schon bei der RX 5500 XT. Dies halbiert die Transferrate in Richtung Hauptspeicher, was nicht immer ohne Folgen ist.

Die Radeon RX 6600 XT verfügt mechanisch über einen ×16-Anschluss, ist elektrisch aber nur mit ×8, ergo halb so vielen PCI-Express-Lanes angeschlossen. Damit reduziert sich die Transferrate Richtung Hauptspeicher (und zurück) um 50 Prozent. Wer sich für eine 6600 XT interessiert und diese auf einer modernen PCI-E-4.0-Infrastruktur zu betreiben gedenkt, muss sich keine Sorgen machen. Der Karte steht hier eine Transferrate äquivalent zu PCI-E 3.0 ×16 zur Verfügung. Zwar werden die theoretischen 16 GByte/s pro Richtung in der Praxis nicht erreicht, mit circa 14 GByte/s ist jedoch alles im grünen Bereich. Anders sieht das aus, wenn die 6600 XT auf einem Unterbau gemäß 3.0-Norm eingesetzt wird. Hier reduziert sich die Transferrate auf circa 7 GByte/s, was PCI-E 2.0 ×16 entspricht.

Wie kritisch der Engpass „untenrum" in Spielen ist, kommt auf die Eigenheiten der Engine an. Je mehr GPU-intern passiert, desto geringer die Auswirkungen. Werden jedoch ständig Daten aus dem Hauptspeicher benötigt – etwa, weil der lokale Grafikspeicher überläuft –, kann es zu fatalen Slowdowns kommen. Doom Eternal zeigt nach Zuschaltung von Raytracing den absoluten Ernst- und Ausnahmefall, ansonsten ist meist mit Einbußen unter fünf Prozent zu rechnen. Das ist weniger, als Smart Access Memory (SAM) normalerweise ausrichten kann – schätzen Sie sich glücklich, wenn Ihr Board dafür Support bietet. Fehlt beides (alte Plattform), sinkt die Bildrate mitunter fühlbar.

PEG-Transferrate: Synthetische Benchmarks

Grafikkarte	PCI-Express-Konfiguration	Durchsatz laut AIDA64 (Read/Write MiByte/s)	Durchsatz laut 3DMark (GByte/s)
Radeon RX 6700 XT - 6900 XT	4.0 ×16	26.160/25.800	27,24
Radeon RX 6700 XT - 6900 XT	3.0 ×16	13.355/13.040	14,24
Radeon RX 6600 XT	4.0 ×8	13.300/12.980	14,15
Radeon RX 6600 XT	3.0 ×8	6.735/6.530	7,08
Radeon RX 5700 XT	4.0 ×16	26.210/26.160	26,29
Radeon RX 5700 XT	3.0 ×16	13.392/13.330	14,19
Radeon RX 5500 XT	4.0 ×8	13.400/13.337	14,31
Radeon RX 5500 XT	3.0 ×8	6.770/6.675	5,96
Geforce RTX 3070 - 3090	4.0 ×16	24.920/24.860	26,33
Geforce RTX 3060 & 3060 Ti	4.0 ×16	24.920/24.860	26,29
Geforce RTX 3060 & 3060 Ti	3.0 ×16	12.520/12.415	13,07
Geforce RTX 2080 Ti	3.0 ×16	12.520/12.440	13,14
Geforce GTX 580	2.0 ×16	6.310/6.290	–

Bemerkungen: Alle Tests auf GPU-Testsystem mit R9 5950X + X570. Jeweils Mittel aus zwei Runs.

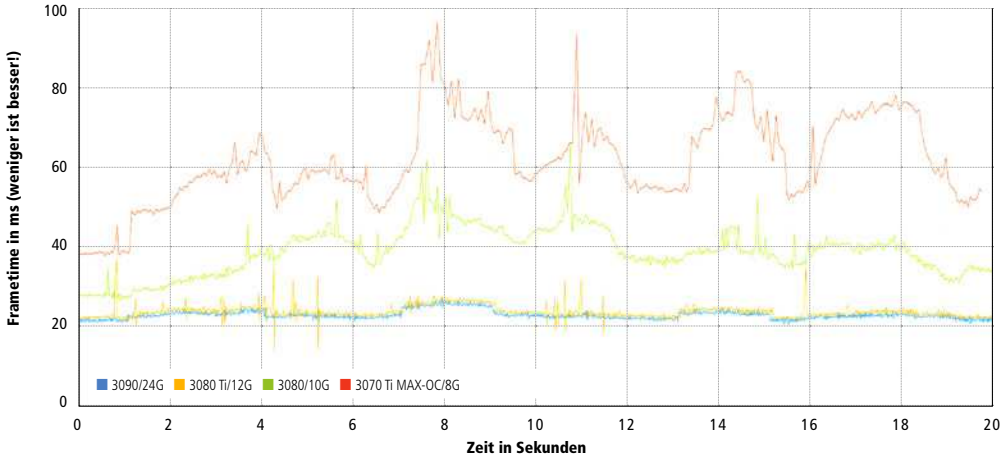
6600 XT: PCI-E 4.0 vs. 3.0 (Full HD)

	Fps @ 4.0	Fps @ 3.0	Differenz (avg.)
CoD Black Ops Cold War	106,2/84	103,9/73	-2,2 %
Crysis Remastered	67,7/64	67,5/64	-0,3 %
Doom Eternal	174,9/142	165,7/130	-5,3 %
Doom Eternal mit RT	16,6/13	7,9/6,5	**-52 %**
Forza Horizon 4	118,9/108	117,1/105*	-1,5 %
Horizon Zero Dawn	47,5/41	44,9/39	-5,5 %
Metro Exodus EE	70,2/61	68,3/59	-2,7 %
Resident Evil Village mit RT	57,8/45	57,5/43	-0,5 %

Bemerkungen: SAM ist stets aktiv. *Bonusmessung PCI-E 3.0 ohne SAM: 97,4/89 Fps

Speicher-Härtetest: 8 bis 24 GiByte im Vergleich

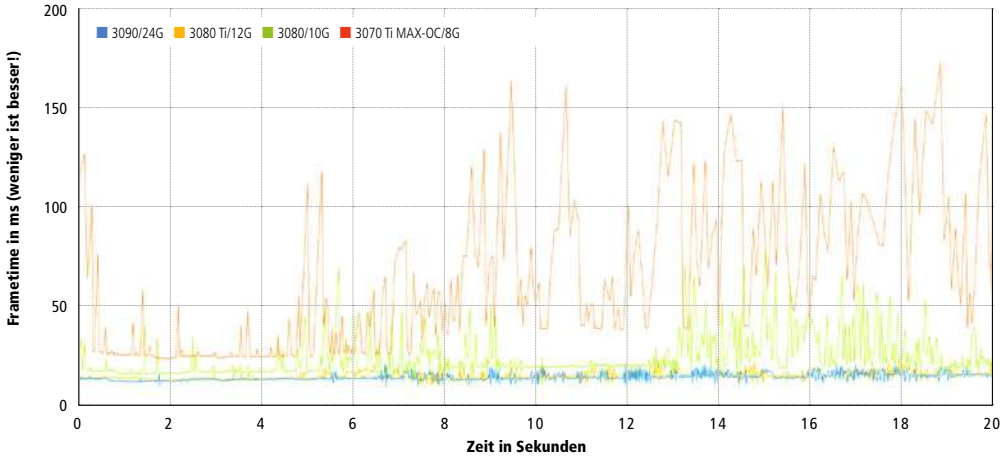
Godfall (DX12), 3.840 × 2.160, maximale Details inkl. Raytracing-Schatten – „Twilight“



System: Ryzen 9 5950X @ 16C/16T (OC), X570, 32 GiB DDR4-3800 (14-15-14-26-36-1T); Windows 10 x64 **Bemerkungen:** Das auf der Unreal Engine 4 basierende Godfall giert nach Grafikspeicher – je mehr, desto besser. Nur die RTX 3090 zeichnet einen ruckelfreien Verlauf, die 3080 Ti zuckt minimal, der Rest steht im Datenstau.

Speicher-Härtetest: 8 bis 24 GiByte im Vergleich #2

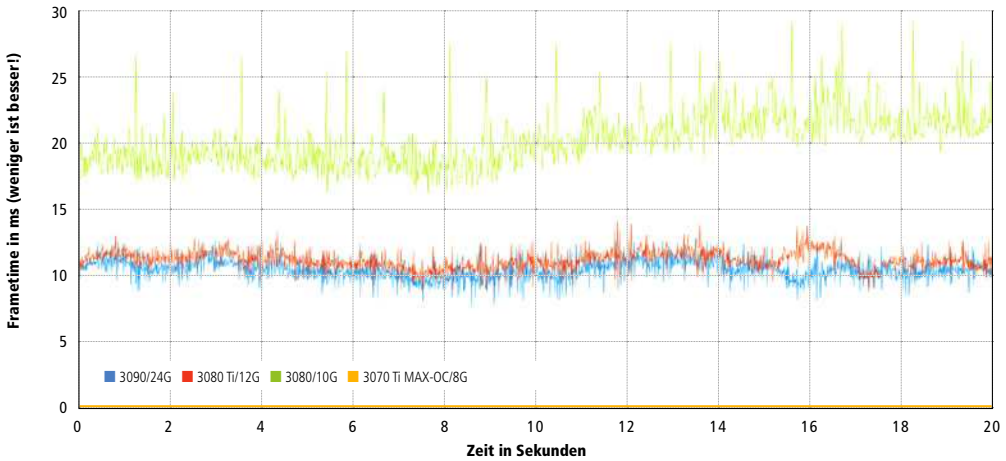
Minecraft RTX (DX12), 3.840 × 2.160 mit DLSS, 24 Raytracing-Chunks (Sichtweite) – „Temples“



System: Ryzen 9 5950X @ 16C/16T (OC), X570, 32 GiB DDR4-3800 (14-15-14-26-36-1T); Windows 10 x64 **Bemerkungen:** Sie sehen einen Extremfall, die anspruchsvollste RTX-Karte mit maximaler Darstellungsdistanz im ohnehin anspruchsvollen Pathtracing-Minecraft. Spielfluss stellt sich nur mit 12 oder 24 GiByte ein.

Speicher-Härtetest: 8 bis 24 GiByte im Vergleich #3

Wolfenstein Youngblood (Vulkan), 3.840 × 2.160 mit DLSS Quality, maximale Details inkl. Raytracing – „Bruder 3“



System: Ryzen 9 5950X @ 16C/16T (OC), X570, 32 GiB DDR4-3800 (14-15-14-26-36-1T); Windows 10 x64 **Bemerkungen:** Wolfenstein YB zeichnet ungewohnt harte Trennlinien: Ab 12 GiByte ist alles in Ordnung (auch in 5K mit DLSS), mit 10 GiByte kommt es zu herbem Leistungsverlust – und mit 8 GiByte stürzt das Spiel konsequent ab.

per Treiber zuschalten, sondern müssen von den Spieleentwicklern implementiert werden. Mittlerweile ist die Zahl entsprechender Spiele recht ansehnlich, Beinahe 40 Titel standen bei Redaktionsschluss Anfang September zur Verfügung. Eine aktuelle Bestandsaufnahme der verfügbaren Raytracing-Spiele, deren Leistungskosten und mehr erhalten Sie ab Seite 76, weshalb wir uns an dieser Stelle kurz fassen.

Wer in die schöne, gar nicht mehr so neue Welt der Strahlen hineinschnuppern möchte, benötigt eine kompatible Grafikkarte mit speziellen Rechenwerken. Bei Nvidia markiert bereits seit Jahren die Geforce RTX 2060 den Einstieg, bei AMD die neue Radeon RX 6600 XT. Aktuelle Raytracing-Spiele zeigen beiden Grafikkarten deutlich ihre Grenzen auf, sodass wir bei ernsthaftem Interesse an Raytracing zu stärkeren Modellen raten. Eine Geforce RTX 30 ist bei diesem Ansinnen die erste Wahl, denn Nvidia legt schon länger den Fokus auf diese Technologie. Die Bestrebungen zahlen sich aus, alle Ampere-GPUs brillieren beim Raytracing und laufen AMDs Radeon-RX-6000-Modellen klar davon.

Der Raytracing-Leistungsindex auf Seite 2 dieses Artikels offenbart, was wir meinen: Obwohl die Mischung zehn Raytracing-Spiele seit 2020 beinhaltet und AMD bei der Hälfte Technikpartner war, macht Nvidia mindestens eine Modellnummer gut. So erreicht das Radeon-Topmodell 6900 XT insgesamt nur die Raytracing-Leistung einer werkseitig übertakteten Geforce RTX 3070 Ti – 3080 und darüber sind uneinholbar. Aktuelle Vergleichende Benchmarks von fünf RT-Spielen gibt‘s ab Seite 76. *(rv)*

Fazit PCGH

Warten oder Kaufen?

Gerne hätten wir bessere Nachrichten, allerdings sind die aktuellen Grafikkarten immer noch sehr teuer. Sie stehen daher vor der Wahl, weiter auszuharren, oder Geld in ein zukunftsfähiges Modell zu investieren, um damit auch 2022 Spaß zu haben. Wir empfehlen mindestens eine Geforce RTX 3060 oder Radeon RX 6700 XT. Die gute Nachricht in diesem Kontext lautet, dass Grafikkarten heutzutage langsamer veralten als vor einigen Jahren.

Intel greift an: Gaming-Grafikkarten ab dem 1. Quartal 2022

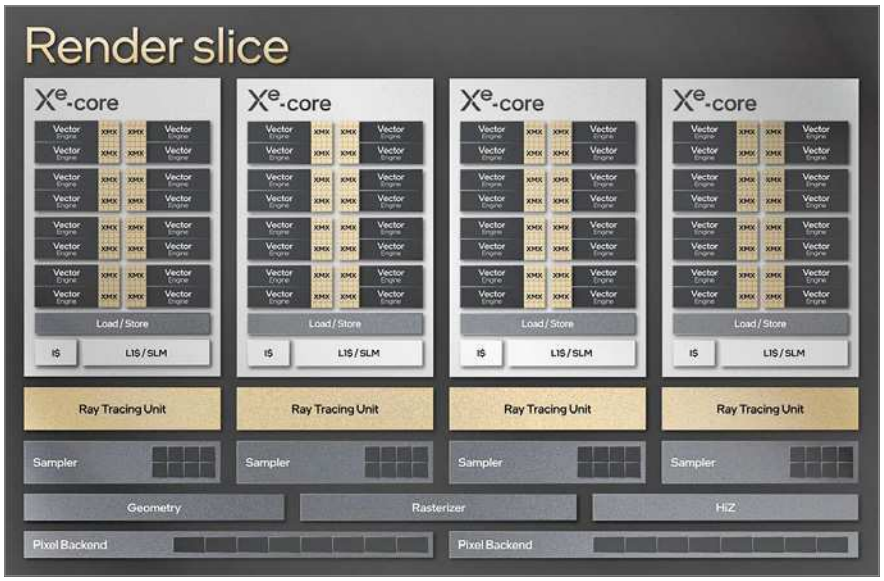
Mitte August bekräftigte der Halbleitergigant Intel seine Grafikkarten-Pläne: Im Q1 2022 erscheinen die ersten dedizierten Gaming-Grafikkarten auf Basis der Xe-HPG-Architektur („High Performance Gaming"). Im selben Atemzug verkündeten die Kalifornier den offiziellen Markennamen: Arc (im Original mit Großbuchstaben, siehe Bild rechts). Künftig heißt es somit nicht nur AMD Radeon gegen Nvidia Geforce, sondern Intel Arc gegen den Rest.

Der erste HPG-Chip hört auf den Codenamen Alchemist. Auf ihn folgen in den kommenden Jahren Battlemage, Celestial und Druid (A, B, C, D). Ein Händchen für interessante Codenamen darf man Intels Grafiksparte somit attestieren. Den Fragen, wie schnell diese Grafikkarten werden, geht Intel derzeit konsequent aus dem Weg. Gerüchten zufolge sollen die Erstlingswerke – nennen wir Sie mal „Arc 8000" – die Performance einer Geforce RTX 3070 (Ti) erreichen. Das wäre aller Ehren wert, handelt es sich doch um Nvidias zweitgrößten Gamer-Ampere-Chip. Die Voraussetzungen für eine ordentliche Performance auf Seiten der Hardware sind geschaffen, wenn man die veröffentlichten Informationen betrachtet (Bild 2), zumal Alchemist im sehr fortschrittlichen N6-Prozess bei TSMC gefertigt wird.

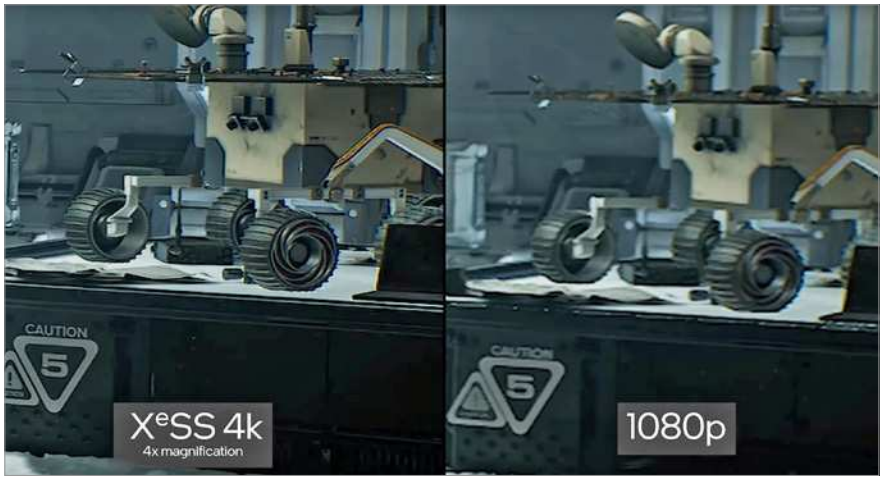
Intel bestätigte im Rahmen der Taufe noch einmal, dass Arc bzw. Alchemist vollständig DirectX 12 Ultimate unterstützt, was Hardware-basiertes Raytracing beinhaltet. Das Blockdiagramm des Chips sieht eine entsprechende Einheit pro Shader-Cluster vor, was im Vergleich mit AMD und Nvidia zunächst wenig erscheint. Allerdings nennt Intel alle wichtigen Funktionen, sodass man von wenigen potenten anstelle von vielen schwachen Raytracing-Kernen ausgehen kann. Gegenüber Nvidias Ampere, welcher sowohl viele als auch starke RT-Cores beinhaltet, könnte Intel jedoch den Kürzeren ziehen.

Nvidia ist nicht nur der Mitbewerber, welchem Intel gerade im Profi-Markt Anteile abnehmen möchte, sondern offenbar auch die Inspiration für die GPU-Architektur. Die Xe-Rechenmodule beinhalten nämlich neben den für Spiele wichtigen Vektor-Ausführungseinheiten sogenannte Matrix-Multiplikatoren für Spezialberechnungen (die „XMX"-Blöcke im Schaltbild). Diese sollen KI- bzw. Inferenz-gestütztes Upsampling in Spielen anwenden. Das Verfahren nennt Intel XeSS (Xe Super Sampling) und ist eine Open-Source-Alternative zu Deep Learning Super Sampling (DLSS) mit dem gleichen Ziel: Geringe Auflösungen sollen hübsch hochgerechnet werden und damit eine zu hohen Auflösungen vergleichbare Qualität bei deutlich geringeren Kosten erreichen. Wie bei DLSS (und anders als bei AMDs FSR) werden dabei auch temporale Berechnungen durchgeführt. Weitere Informationen zu Intels spannendem Vorstoß erwarten wir in den kommenden Monaten.

Intel meint es ernst: Die Arc-Grafikkarten starten im ersten Quartal 2022 mit der „Alchemist"-GPU (DG2). Der Grafik ist zu entnehmen, dass Intel jedes Jahr (oder alle zwei) einen Refresh aufzulegen gedenkt.



Alle wichtigen Rechenwerke des Xe-HPG-Chips (High Performance Gaming) im Bild. Neben den wenigen, aber potenten Raytracing-Einheiten stechen die XMX-Units ins Auge, welche sich ähnlich wie Nvidias ...



... Tensor-Kerne um Matrix-Multiplikationen kümmern. Diese fallen bei KI-/Inferenz-Berechnungen an. Ein praktischer Einsatz dafür ist XeSS, Intels offene Alternative zu DLSS. Die Ergebnisse können sich sehen lassen.

Bilder: Intel

Massig Massenspeicher

Vor einigen Jahren war noch Samsung sowohl Technologie- als auch Preisführer. Ganz so einseitig ist der Markt nun nicht mehr. Wer soll bei der Masse an Modellen durchblicken? Wir. Und jetzt auch Sie.

Bislang bestanden die SSD-Vergleichstest im Heft fast immer nur aus jeweils neuen Modellen, die wir zuvor nicht getestet haben. Nun haben sich zwar unsere Kopiertests schon länger nicht geändert, aber wer die aktuelle Testcharge mit älteren Modellen vergleichen wollte, die durchaus noch aktuell und auf dem Markt sind, durfte dafür ältere Ausgaben hernehmen. Aktuelle Aufhänger für einen neuen Vergleichstest waren genug ungetestete Modelle und/oder eben eine neue Leistungsgeneration, wie auch jetzt der Fall mit den schnelleren PCI-Express-4.0-Modellen.

Massentest

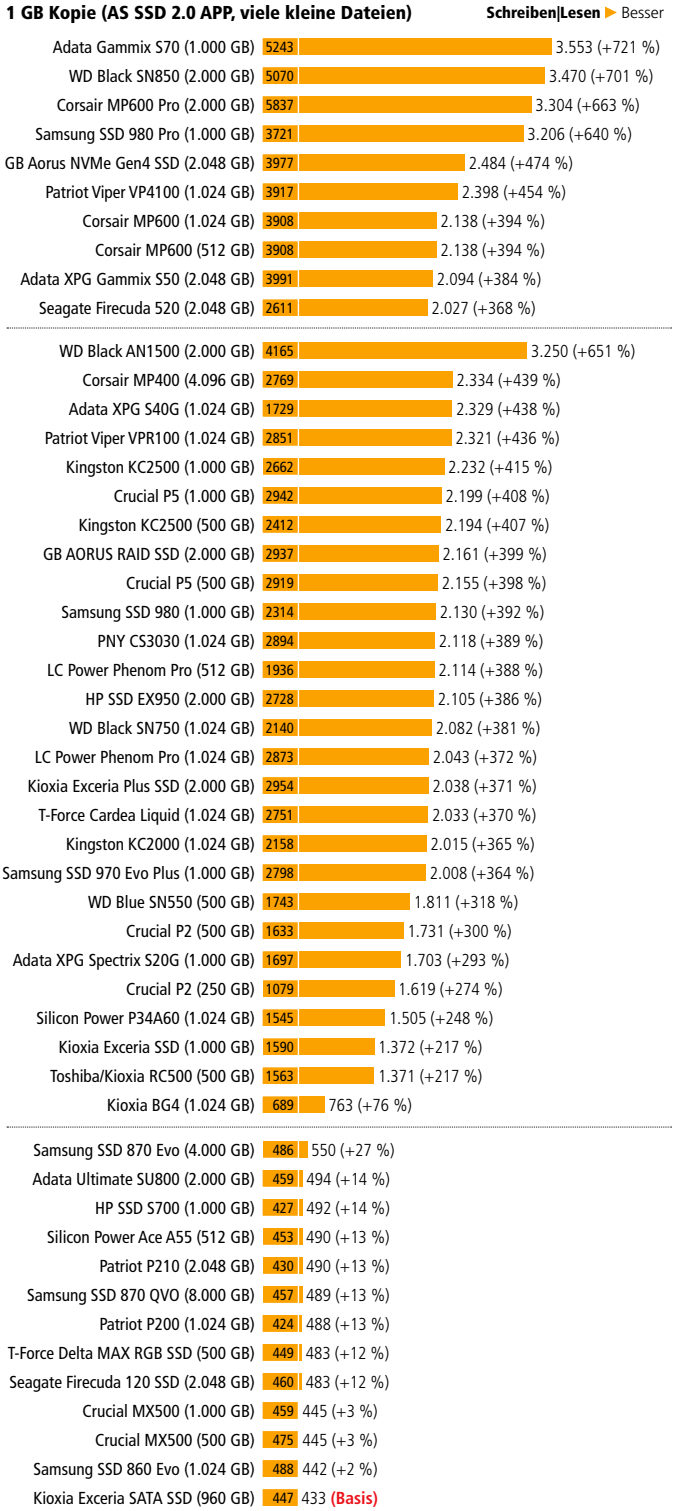
Auch um die vier neuen, schnellen SSD mit einer breiteren Datenbasis vergleichen zu können, haben wir uns nun dazu entschlossen, insgesamt 50 aktuelle, wenn auch ältere SSD aus unserer Testdatenbank dafür herzunehmen. Dabei haben wir lediglich sechs Modelle in zwei unterschiedlichen Kapazitäten gemessen. Die Leistung varriiert dort teils nicht unerheblich: Meist ist eine Variante mit 500 GB oder 1 TiByte die schnellste Version der SSD. Gerade kleine Modelle um die 250 GiByte sind hier deutlich langsamer, weil dort weniger Flash-Dies an den Controller angebunden sind. In der Regel testen wir auch erst ab ca. 500 GiByte. unter den 50 SSDs befindet sich daher nur eine 250-GiB-Ausnahme. In die Testtabellen haben wir lediglich die jeweiligen fünf Top-Modelle gepackt und je nach Schnittstelle getrennt, also PCI Express 4.0, PCI-Express 3.0 und SATA III. Die letzte Tabelle am Ende des Artikels besteht aus den neu getesteten Modellen, die es nicht in die Toplisten geschafft haben. Uns interessiert nun natürlich, wie so eine Massen-Musterung als Artikel bei Ihnen ankommt. Schätzen Sie den Überblick der Modell-Bandbreite oder werden Sie erschlagen von den Balkenwüsten? Schreiben Sie mir (mc@pcgh.de), ob Sie beim Vergleichstest auf das neue Mehr-Gänge-Menü

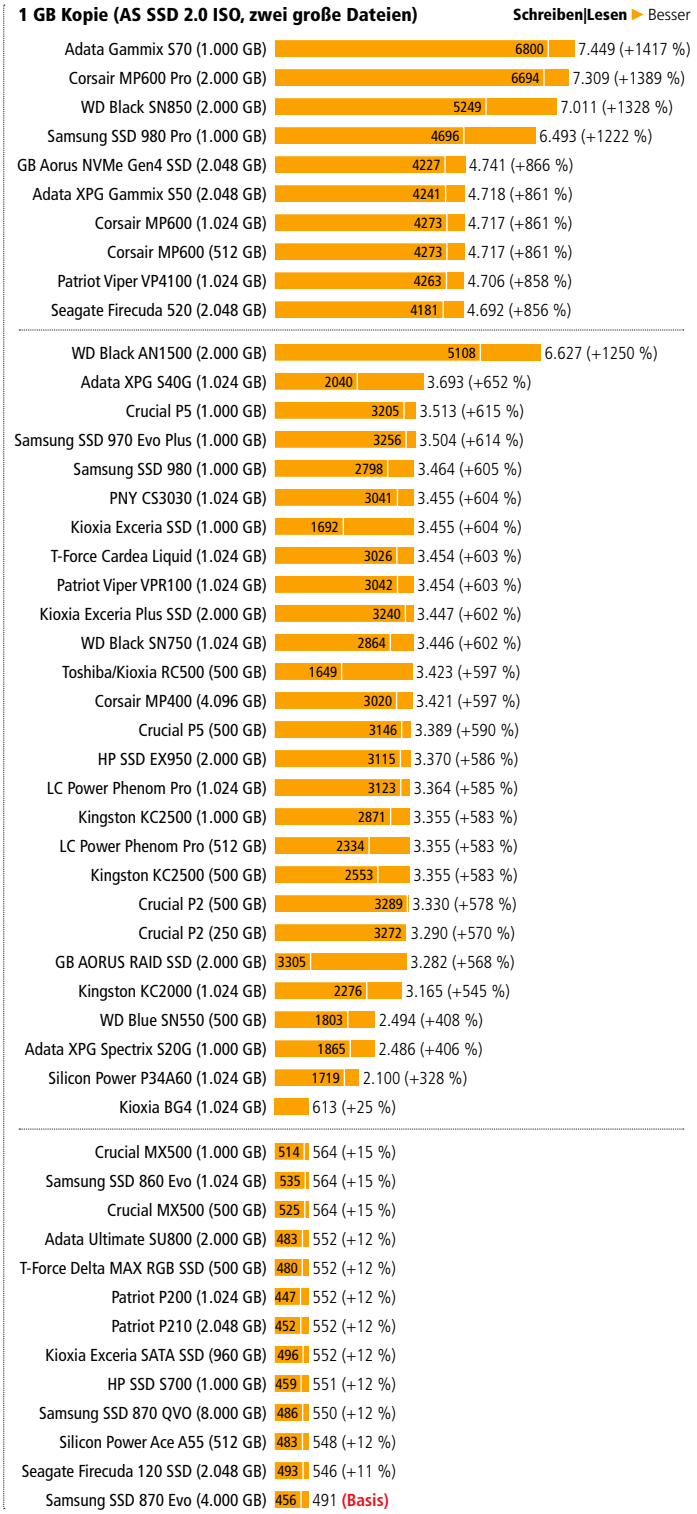
Folgende Produkte finden Sie im Test

- Adata Gammix S70 (1.000 GB)
- Adata Ultimate SU800 (2.000 GB)
- Adata XPG Gammix S50 (2.048 GB)
- Adata XPG S40G (1.024 GB)
- Adata XPG Spectrix S20G (1.000 GB)
- Corsair MP400 (4.096 GB)
- Corsair MP600 (1.024 GB, 512 GB)
- Corsair MP600 Pro (2.000 GB)
- Crucial MX500 (1.000 GB, 500 GB)
- Crucial P2 (500 GB, 250 GB)
- Crucial P5 (1.000 GB, 500 GB)
- GB Aorus NVMe Gen4 SSD (2.048 GB)
- GB Aorus RAID SSD (2.000 GB)
- HP SSD EX950 (2.000 GB)
- HP SSD S700 (1.000 GB)
- Kingston KC2000 (1.024 GB)
- Kingston KC2500 (1.000 GB, 500 GB)
- Kioxia BG4 (1.024 GB)
- Kioxia Exceria Plus SSD (2.000 GB)
- Kioxia Exceria SATA SSD (960 GB)
- Kioxia Exceria SSD (1.000 GB)
- LC Power Phenom Pro (1.024 GB, 512 GB)
- Patriot P200 (1.024 GB)
- Patriot P210 (2.048 GB)
- Patriot Viper VP4100 (1.024 GB)
- Patriot Viper VPR100 (1.024 GB)
- PNY CS3030 (1.024 GB)
- Samsung SSD 860 Evo (1.024 GB)
- Samsung SSD 870 Evo (4.000 GB)
- Samsung SSD 870 QVO (8.000 GB)
- Samsung SSD 970 Evo Plus (1.000 GB)
- Samsung SSD 980 (1.000 GB)
- Samsung SSD 980 Pro (1.000 GB)
- Seagate Firecuda 120 SSD (2.048 GB)
- Seagate Firecuda 520 (2.048 GB)
- Silicon Power Ace A55 (512 GB)
- Silicon Power P34A60 (1.024 GB)
- T-Force Cardea Liquid (1.024 GB)
- T-Force Delta MAX RGB SSD (500 GB)
- Toshiba/Kioxia RC500 (500 GB)
- WD Black AN1500 (2.000 GB)
- WD Black SN750 (1.024 GB)
- WD Black SN850 (2.000 GB)
- WD Blue SN550 (500 GB)

stehen oder eher der Typ für die bisherigen Fast-Food-Häppchen sind. Testmethoden und- system hingegen blieben seit Erscheinen der PCI-Express-4.0-Generation im Jahr 2019 gleich, das Wertungssystem aber nicht ganz. Die notenrelevanten Tests sind zwar dieselben, aber in der jeweiligen Abstufung für die Einzelnoten der jeweiligen Tests sind hin und wieder kleinere Excel-Kniffe notwendig, sodass die Noten selbst nur innerhalb dieses Artikels vergleichbar sind. Die Testergebnisse aber werden seit 2019 auf demselben System vorgenommen, sodass die Datenraten und die Kopierzeiten auch mit älteren Artikeln vergleichbar bleiben. Seitdem führen wir auch alle Schnittstellen-Varianten der SSDs im selben Wertungssystem, sodass nicht mehr nur die jeweiligen Benchmarks zwischen den Schnittstellen vergleichbar sind, sondern auch die Testnoten. Wir finden, es ergibt Sinn, eine SATA- und PCI-Express-SSD mit gleichen Maßstäben zu bewerten, denn schließlich erfüllen beide im Rechner auch dieselbe Funktion. Für ein gleich bleibendes Wertungssystem, welches so einen großen Vergleich erst möglich macht, sind neuere Benchmarks noch nicht in der Wertung, etwa die Punktzahlen von PC Mark 10.

Maximalleistung: PCI Express schlägt hier SATA deutlich





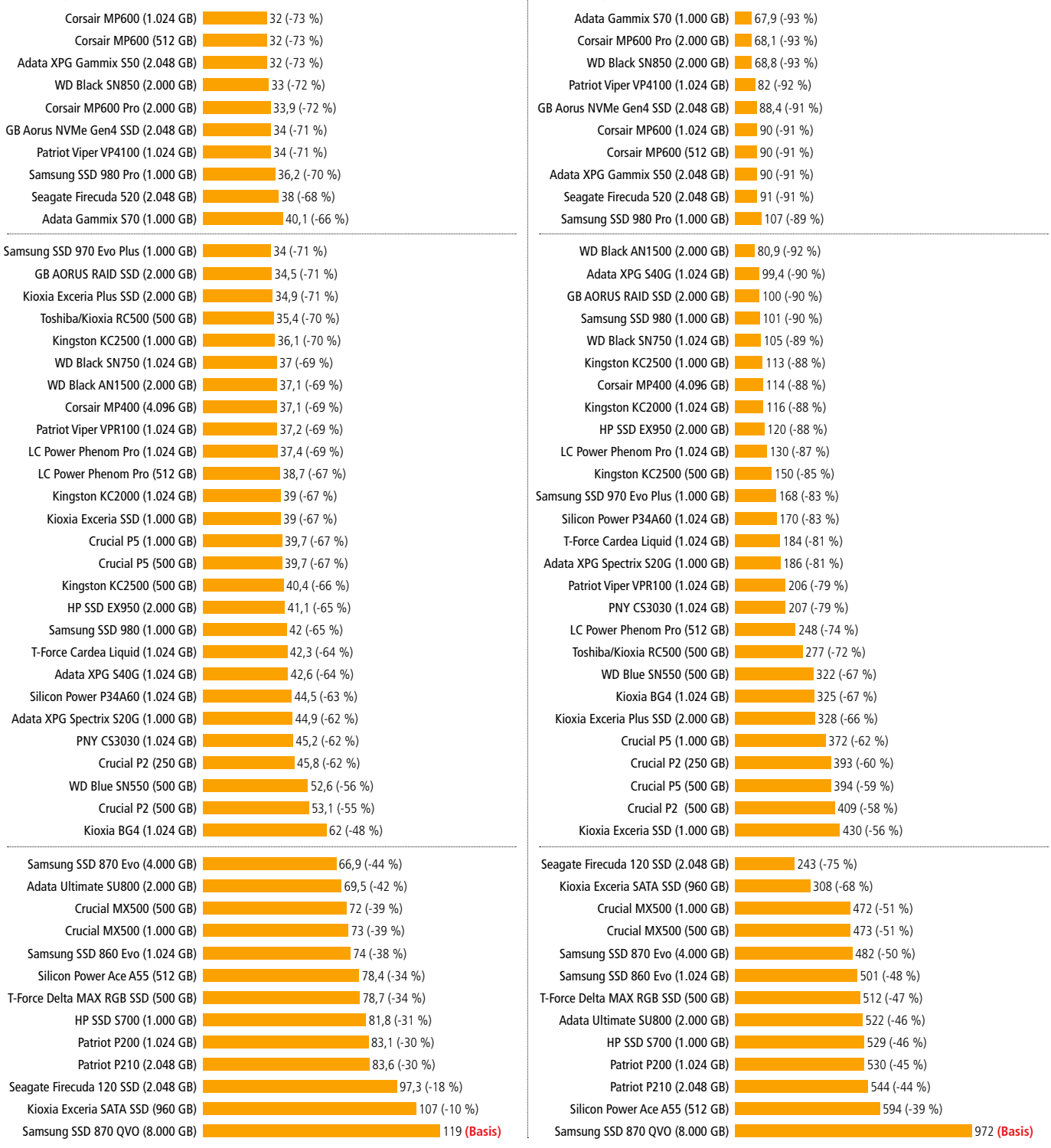
System: Ryzen 9 3900X (12c, 24t), 16 GiByte DDR4-3466, Asus Prime X570-P, Geforce GT 1030, Windows 10 x64
Bemerkungen: Schieben Sie eher große oder kleine Dateien hin und her? Große Brocken, wie etwa ISO-Dateien, stämmen schnelle PCI-E-3.0-SSDs ähnlich gut wie 4.0-Modelle.

MB/s
▶ Besser

PCI Express 4.0: Die zweite SSD-Generation ist da

Mittlerweile ist die zweite Generation von PCI-Express-4.0-SSDs auf dem Markt. Das sind die vier Modelle, die auch die 4.0-Testtabelle anführen, ebenso wie die synthetischen Benchmarks. Mit ihrem maximalen Datendurchsatz schielen sie schon eher in Richtung der Brutto-Transferrate der Schnittstelle von 8 GB/s. Nun unterscheiden sich die Modelle doch etwas mehr voneinander als die noch technisch identische erste Generation: Die Corsair MP600 Pro nutzt bislang als einzige den Phison E18, den direkten Nachfolger-Controller des E16, welcher ausschließlich in der ersten Generation verwendet wird. Western Digital und Samsung verwenden nun jeweils hauseigene Controller. Adata nutzt bei der Gammix S70 wieder einen anderen namens Innogrit IG5236. Das macht die neue 4.0-Generation wieder etwas interessanter, weil alle Controller und SSD-Modelle unterschiedliche Stärken und Schwächen haben. Der Phison E18 etwa führt mit der MP600 Pro das Feld an, was die Spitzenleistung angeht. Dicht gefolgt von den nahezu genauso starken Modellen von WD Black und Adata. Die Samsung SSD 980 Pro wirkt zwar etwas ab-

Praxisleistung: Im reinen Datenschaufeln gewinnt die schnellere Schnittstelle



System: Ryzen 9 3900X (12c, 24t), 16 GiByte DDR4-3466, Asus Prime X570-P, Geforce GT 1030, Windows 10 x64
Bemerkungen: Im Kopieren großer Mengen knickt eine 870 QVO ein, sobald der SLC-Cache überläuft. Nur in diesem Szenario unterscheiden sich die SSD-Schnittstellen voneinander deutlich, nicht etwa im Laden.

Sekunden
◀ Besser

LC-POWER™
www.lc-power.com

Sehe ULTRAscharf dank LC-Power!

Erlebe das ultimative Gaming-Feeling mit unserem neuen 4K Ultra HD-Monitor!
Durch die 4K UHD-Bildschirmauflösung von 3840 x 2160 Pixeln liefert der Monitor unglaublich realistische Spielwelten.
Das hochwertige IPS-Panel bietet ein besonders großes Farbvolumen, welches auch bei sehr hellen Bildern satte Farben liefert und durch HDR 400 noch verstärkt werden kann.

Du möchtest Dokumente im Hochformat lesen? Dann dreh den Monitor dank der Pivot-Funktion einfach um 90°!

Weitere Features unseres 27"-Monitors sind u.a. eine Bildschirmaktualisierungsrate von 144 Hz für eine sehr flüssige Darstellung, Adaptive Sync für einen reibungslosen Spieleablauf, Picture-by-Picture (PbP), Picture-in-Picture (PiP), ein höhenverstellbarer Standfuß sowie ein USB-C-PD-Port.

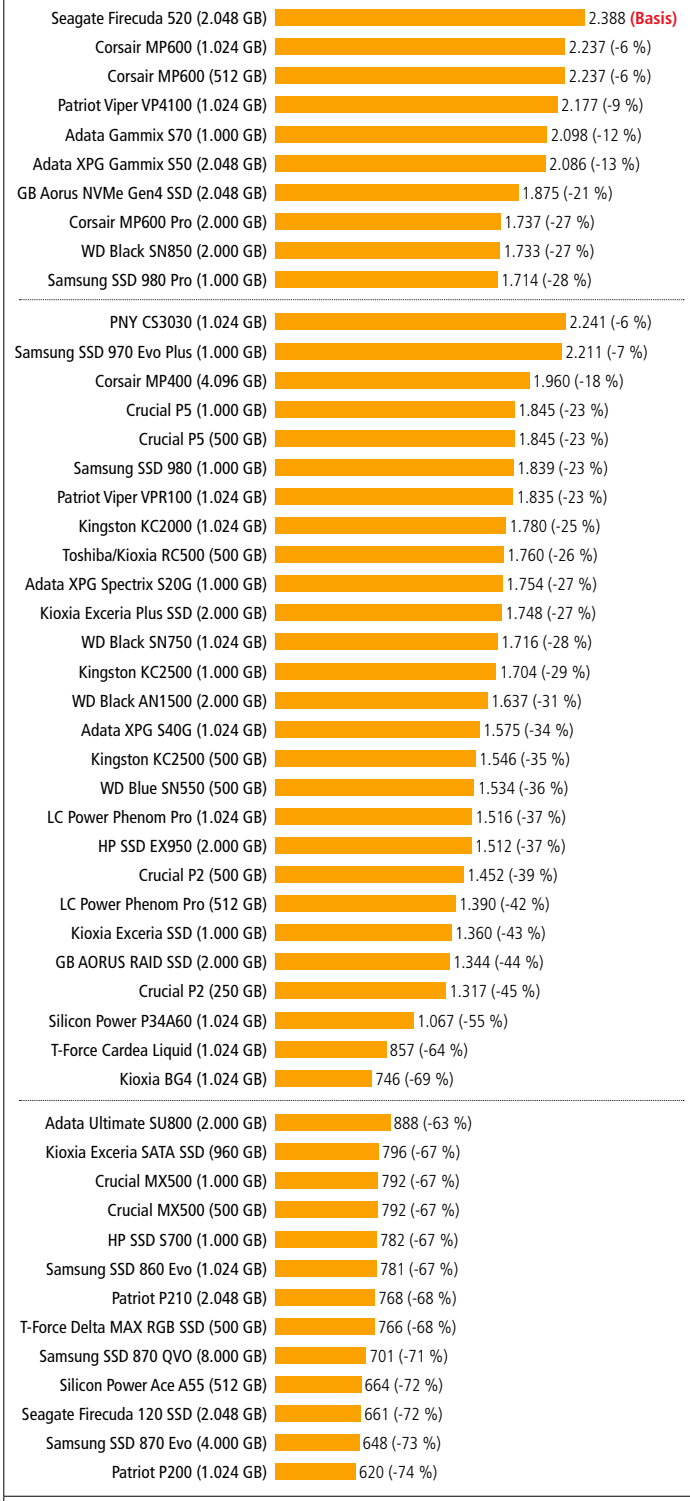
LC-Power-Produkte u.a. erhältlich bei:

Amazon.de - Bora-Computer.de - Cyberport.de | .at - ebay.de - KMComputer.de - Mindfactory.de - Schwanthaler-Computer.de - Brack.ch - Steg-Electronics.ch

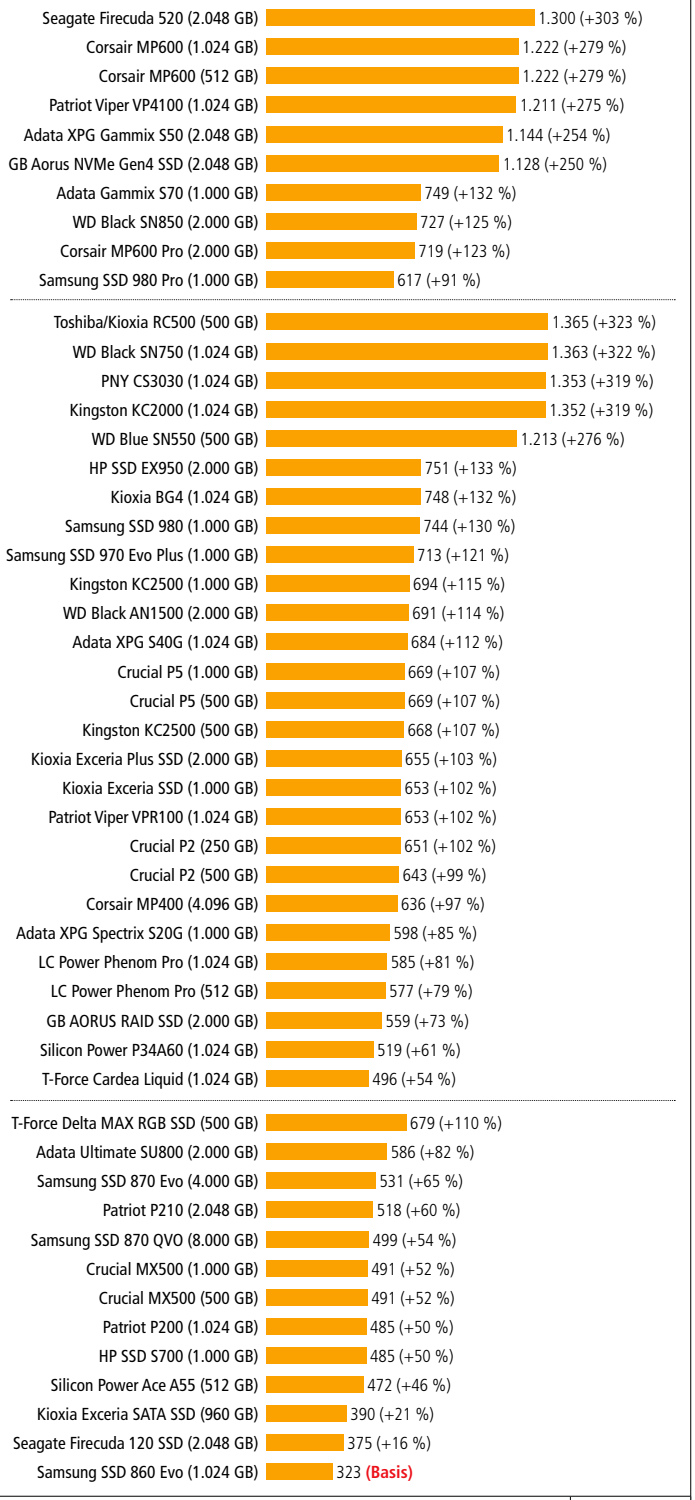
geschlagen in der Spitzenleistung, kann sich aber mit einem hervorragenden Ergebnis in der Konsistenz von den anderen scheinbar schnelleren SSDs absetzen. PCI Express 4.0 unter den SSDs lohnt sich ohnehin nur in Workstations, etwa wenn der Arbeitsspeicher beim Rendern knapp wird und die SSD-Leistung zum Flaschenhals wird. Da kommt es darauf an, dass die SSD viele hunderte GByte schnell schreibt. Die Leistung einer jeden SSD bricht nach dem SLC-Cache deutlich ein, was in der (Privat-)Anwenderpraxis so gut wie nie vorkommt, aber bei 3D- oder großen(!) Videorenderings passieren kann. Das „Pro"-Suffix im Namen mancher 4.0-SSDs ist auch insofern zu verstehen, dass der Non-Pro kaum von der höheren Bandpreite profitiert: Die Ladezeiten und Transferraten in kleinen bis mittelgroßen Mengen sind hier kaum besser verglichen mit PCI Express 3.0 oder teils auch SATA. Wie gesagt: Nur wenn Sie häufig Hunderte an Gigabytes schaufeln und Ihnen die ersparten Sekunden der nahezu doppelte Preis pro Kapazität bei der 4.0-SSD es wert ist, lohnt sich auch eine solche. In einem Spiele-PC bringt sie jedenfalls keinen Vorteil, der den noch ziemlich üppigen Aufpreis gegenüber PCI Express 3.0 rechtfertigen würde.

Kopierleistung: PCI Express auch hier vor SATA

1 GB Kopie (AS SSD 2.0 ISO, zwei große Dateien)



1 GB Kopie (AS SSD 2.0 APP, viele kleine Dateien)



System: Ryzen 9 3900X (12c, 24t), 16 GiByte DDR4-3466, Asus Prime X570-P, Geforce GT 1030, Windows 10 x64
Bemerkungen: Schieben Sie eher große oder kleine Dateien hin und her? Große Brocken, wie etwa ISO-Dateien, stämmen schnelle PCI-E-3.0-SSDs ähnlich gut wie 4.0-Modelle.

MB/s
▶ Besser

Corsair MP600 Pro: Die aktuell Schnellste dank Phison-E18-Controller. Die Konkurrenz von WD und Samsung war mit der neuen Generation von PCI-E-4.0-SSDs schon im vergangenen Herbst auf dem Markt und bot damit eine schnellere Alternative zur ersten Generation aus dem Einheitsbrei mit dem Phison E16. Nun genießt der Controller-Hersteller einen guten Ruf: Schließlich hat schon der E12, etwa in einer Corsair MP510, dem damaligen Platzhirsch Samsung und dessen 970 Pro und Evo gut Konkurrenz gemacht, indem er erstmals Schreibraten jenseits der 3 GB/s bot. Und auch jetzt scheint der Phison E18 die vergleichbaren Modelle mit eigens entwickelten Controllern hinter sich zu lassen – wenn auch nur mit einigen Nuancen.

In unserer Stichprobe der Ladezeiten kann sie sich mit nur zehn Sekunden an die Spitze setzen. Den deutlichsten und wohl auch einzig relevanten Unterschied zu NVME-SSDs mit PCI Express 3.0 finden wir im Schaufeln großer Datenmengen. Hier führt die MP600 Pro das Feld zusammen mit der WD Black SN850 an.

WD Black SN850: Mit und ohne Kühler erhältlich. Unsere Praxistests bestätigen den Geschwindigkeitsvorteil, der im Datenblatt mit den etwas höheren Datenraten schon suggeriert wird. Verglichen zu PCI Express 3.0 ist der Unterschied aber nach wie vor gering, da nur selten große Datenmengen hin- und hergeschaufelt werden und ein Privatanwender dann doch die wenigen Sekunden Unterschied eher aufbringen möchte als den Aufpreis, den so ein PCI-E-4.0-Modell noch kostet. Die ältere SN750 ist nicht spürbar langsamer und kostet circa 120 Euro mit einem Terabyte. Die SN850 ist fast 100 Euro teurer, was hier in keinem Verhältnis steht. Erst recht, wenn man bedenkt, dass das Terabyte bei SATA- oder QLC-SSDs schon zum zweistelligen Preis zu haben ist. Wie beim SSD-Kühler auch zählt beim Fazit nicht nur das rationale Argument mit dem Preis-Leistungs-Verhältnis. Wer sich schon jetzt einen High-End-Rechner zusammenbaut, etwa mit einer ohnehin sündhaft teuren Grafikkarte und einem überdimensionierten Prozessor, klotzt auch bei der SSD und bestückt das Board natürlich mit der Generation von morgen.

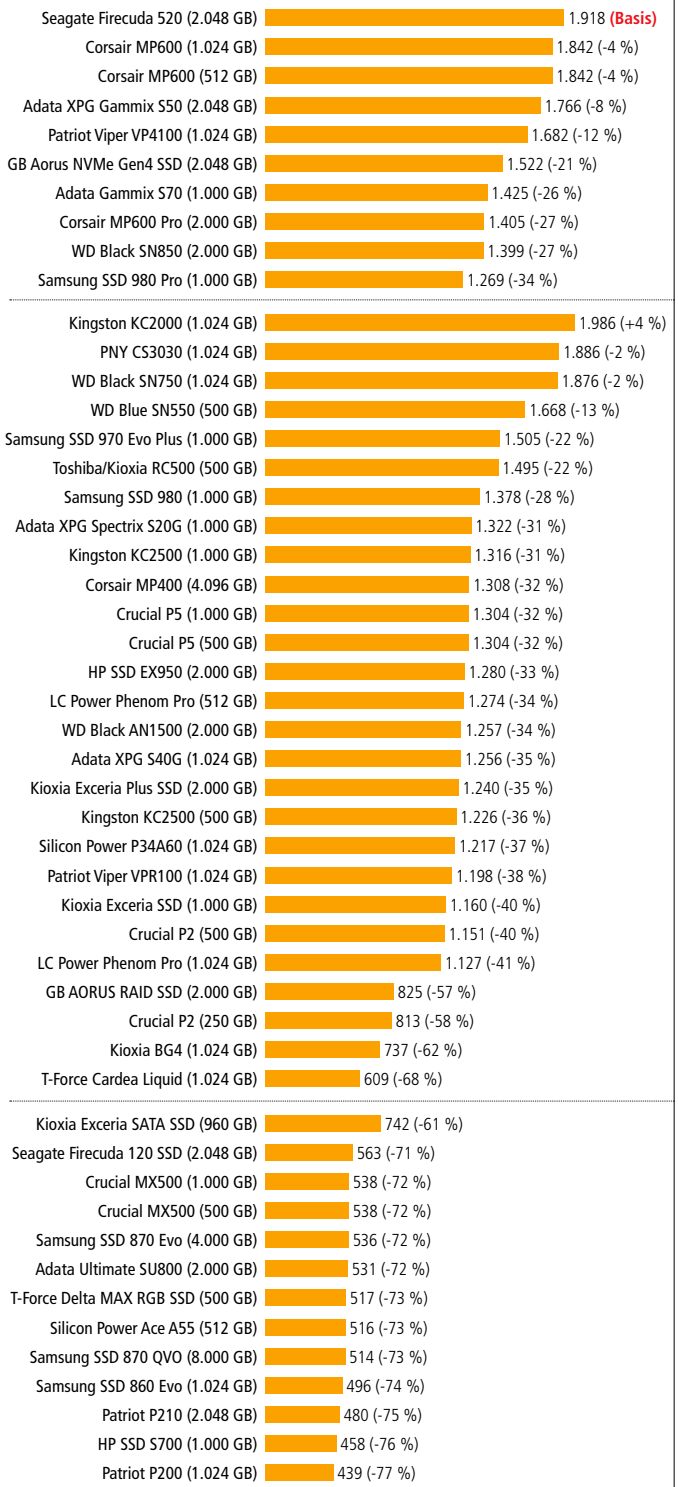
Adata XPG Gammix S70: Schnell dank Phison-E12-Controller. Die Gammx S70 ist das erste Modell, welches wir mit dem neuen Innogrid-Controller testen dürfen. Der Einstand gelingt: Beim Schreiben liegt die SSD an der Spitze, was sich auch an den kurzen Zeiten unserer Kopiertests bemerkbar macht. Wir messen sequenziell bis zu 6,8 GB/s, was sogar über der Herstellerangabe von 5,5 GB/s liegt. Adata liefert die S70 ausschließlich mit aufgeklebten Passivkühler aus. Wer einen vom Mainboard verwenden möchte, darf ihn also vorher abrupfen. Davon abgesehen ist der Preis bei der 1-TiB-Variante recht attraktiv. Aktuell liegt er bei 200 Euro, ist aber auch schon mal auf 180 Euro gefallen. Es ist noch nicht lange her, da kostete eine PCI-E-3.0-SSD so viel. Die Adata-SSD ist daher eine interessante Alternative.

Samsung SSD 980 Pro: Ungeschlagene Konsistenz. Die Pro-Modelle sind traditionell die Top-SSDs von Samsung. Seit der 950 Pro, eine der ersten NVME-SSDs, bildeten sie stets die Speerspitze unter den Consumer-Modellen. Mit der 960 Pro hatte Samsung nicht nur die beste SSD auf dem Markt, sondern mit der 960 Evo auch die mit dem besten Preis-Leistungsverhältnis. Andere NVME-Modelle waren damals quasi überflüssig, weil sie weniger Leistung zu höherem Preis boten. Das änderte sich aber nach einigen Monaten, sodass Samsung 2017 mit den 970er Modellen nachlegte. Es dauerte fast ein Jahr, bis auch deren Leistung erreicht war, etwa mit Modellen mit dem guten PCI-E-3.0-Controller Phison E12. Anfang 2019 hat Samsung lediglich das Evo-Modell mit der neueren fünften VNAND-Flash-Generation versehen (970 Evo Plus), ansonsten aber nichts verändert. Das Herz des kleinen M.2-Riegels bildet der neu entwickelte Elpis-Controller. Er soll bis 128 Befehle (I/O queues) parallel abarbeiten können – beim 3.0-Controller Phoenix waren es noch 32. Was die Transferleistung angeht, so scheinen die neueren PCI-E-4.0-Modelle die 980 Pro überholt zu haben. Wir stellen aber fest, dass die 980 Pro im Consistency-Benchmark von PC Mark 10 an der Spitze liegt, was für manche (professionellen) Anwender wichtiger ist als die reine Spitzenleistung. Aber auch für sie gilt das gleiche Fazit wie für alle 4.0-Modelle: Es lohnt sich für den Praxiseinsatz einfach nicht. Dafür ist der Unterschied zu 3.0-SSDs einfach zu klein und jenseits vom Spürbaren.

Seagate Firecuda 520: 4.0-SSD zum 3.0-Preis. Die Firecuda 520 steht hier stellvertretend für die erste Generation an 4.0-SSDs mit Phison-E16-Controller. Die Praxisleistung ist kaum langsamer als die der neueren Modelle, jedoch der Preis nun umso niedriger. Die 2 TByte gibt es für circa 340 Euro, was in etwa dem Niveau von teureren 3.0-Modellen entspricht. Die 2019er Modelle mit PCI-E 4.0 sind alle aktuell noch im Handel, wenn auch so manches Modell bald verschwinden dürfte. Wer unbedingt

Praxisleistung: Gemischte Dateigrößen

1 GB Kopie (AS SSD 2.0 GAME gemischt gr. u. kl. Dateien)



System: Ryzen 9 3900X (12c, 24t), 16 GiByte DDR4-3466, Asus Prime X570-P, Geforce GT 1030, Windows 10

MB/s
▶ Besser

Die SSD 980 (ohne Evo) ist Samsungs erstes NVME-Modell ohne DRAM-Cache. Damit will der Marktführer in der Preiskampfnische mitmischen.

eine 4.0-SSD zum attraktiven Preis sucht, sollte die erste Generation auch in Betracht ziehen, da diese hier so langsam am oberen 3.0-Preisniveau kratzen.

PNY CS3030: Schnell dank Phison-E12-Controller. Die PNY CS3030 gefällt mit dem schnellen Controller, einem Phison E12, der auch in anderen Top-Modellen wie der Corsair MP510 zu finden ist. Die CS3030 kostet gerade mal einen Zwanziger mehr als beispielsweise eine gute SATA-SSD mit gleicher Kapazität, leistet dafür aber auch etwas mehr. Der Phison E12 verfügt aktuell über die beste Schreibleistung unter den PCI-E-3.0 Modellen und schlägt auch Platzhirsche wie die WD Black SN750 oder die Kingston KC2500. Es sind wieder nur einige Sekunden im Kopieren, welche hier den Unterschied ausmachen.

Praxisleistung: So viel schneller ist PCI Express 4.0 nicht

PCMark 10 Storage Full System Drive Score — MB/s|Punkte ▶ Besser

WD Black SN850 (2.000 GB)	485,38	3.070 (+502 %)
Samsung SSD 980 Pro (1.000 GB)	422,93	2.696 (+429 %)
Corsair MP600 Pro (2.000 GB)	396,83	2.438 (+378 %)
Corsair MP600 (1.024 GB)	317,72	1.968 (+286 %)
Adata Gammix S70 (1.000 GB)	273,28	1.676 (+229 %)
Samsung SSD 980 (1.000 GB)	388,34	2.429 (+376 %)
Kingston KC2500 (1.000 GB)	373,16	2.331 (+357 %)
LC Power Phenom Pro (1.024 GB)	361,89	2.234 (+338 %)
Kingston KC2500 (500 GB)	352,65	2.177 (+327 %)
Crucial P5 (500 GB)	320,53	2.000 (+292 %)
LC Power Phenom Pro (512 GB)	320,93	1.978 (+288 %)
WD Black AN1500 (2.000 GB)	301,45	1.863 (+265 %)
HP SSD EX950 (2.000 GB)	294,48	1.832 (+259 %)
Crucial P5 (1.000 GB)	292,23	1.815 (+256 %)
GB AORUS RAID SSD (2.000 GB)	288,57	1.794 (+252 %)
Kioxia Exceria Plus SSD (2.000 GB)	286,01	1.776 (+248 %)
T-Force Cardea Liquid (1.024 GB)	288,02	1.742 (+242 %)
Patriot Viper VPR100 (1.024 GB)	279,03	1.727 (+239 %)
Kioxia Exceria SSD (1.000 GB)	262,08	1.617 (+217 %)
WD Blue SN550 (500 GB)	260,41	1.605 (+215 %)
Silicon Power P34A60 (1.024 GB)	264,02	1.593 (+212 %)
Corsair MP400 (4.096 GB)	233,7	1.423 (+179 %)
Adata XPG Spectrix S20G (1.000 GB)	226,64	1.378 (+170 %)
Adata XPG S40G (1.024 GB)	213,17	1.301 (+155 %)
Crucial P2 (500 GB)	152,88	943 (+85 %)
Crucial P2 (250 GB)	139,12	858 (+68 %)
Samsung SSD 870 Evo (4.000 GB)	193,05	1.165 (+128 %)
Samsung SSD 870 QVO (8.000 GB)	178,99	1.083 (+112 %)
Seagate Firecuda 120 SSD (2.048 GB)	167,59	1.010 (+98 %)
Adata Ultimate SU800 (2.000 GB)	152,45	917 (+80 %)
Silicon Power Ace A55 (512 GB)	150,25	903 (+77 %)
Patriot P200 (1.024 GB)	113,07	673 (+32 %)
Patriot P210 (2.048 GB)	111,82	665 (+30 %)
Kioxia Exceria SATA SSD (960 GB)	96,06	569 (+12 %)
HP SSD S700 (1.000 GB)	82,41	510 **(Basis)**

Zugriffszeit (PCMark 10 Storage Full System Drive) — Mikrosek. ◀ Besser

WD Black SN850 (2.000 GB)	54 (-84 %)
Samsung SSD 980 Pro (1.000 GB)	61 (-82 %)
Corsair MP600 Pro (2.000 GB)	70 (-79 %)
Corsair MP600 (1.024 GB)	86 (-74 %)
Adata Gammix S70 (1.000 GB)	102 (-69 %)
Samsung SSD 980 (1.000 GB)	69 (-79 %)
Kingston KC2500 (1.000 GB)	72 (-78 %)
LC Power Phenom Pro (1.024 GB)	76 (-77 %)
Kingston KC2500 (500 GB)	78 (-76 %)
Crucial P5 (500 GB)	84 (-75 %)
LC Power Phenom Pro (512 GB)	86 (-74 %)
WD Black AN1500 (2.000 GB)	91 (-73 %)
HP SSD EX950 (2.000 GB)	92 (-72 %)
Crucial P5 (1.000 GB)	93 (-72 %)
GB AORUS RAID SSD (2.000 GB)	94 (-72 %)
Kioxia Exceria Plus SSD (2.000 GB)	95 (-71 %)
T-Force Cardea Liquid (1.024 GB)	97 (-71 %)
Patriot Viper VPR100 (1.024 GB)	98 (-70 %)
Kioxia Exceria SSD (1.000 GB)	105 (-68 %)
WD Blue SN550 (500 GB)	106 (-68 %)
Silicon Power P34A60 (1.024 GB)	109 (-67 %)
Corsair MP400 (4.096 GB)	121 (-63 %)
Adata XPG Spectrix S20G (1.000 GB)	125 (-62 %)
Adata XPG S40G (1.024 GB)	132 (-60 %)
Crucial P2 (250 GB)	163 (-51 %)
Crucial P2 (500 GB)	180 (-46 %)
Samsung SSD 870 Evo (4.000 GB)	149 (-55 %)
Samsung SSD 870 QVO (8.000 GB)	160 (-52 %)
Seagate Firecuda 120 SSD (2.048 GB)	172 (-48 %)
Adata Ultimate SU800 (2.000 GB)	190 (-43 %)
Silicon Power Ace A55 (512 GB)	193 (-42 %)
Patriot P200 (1.024 GB)	261 (-21 %)
Patriot P210 (2.048 GB)	265 (-20 %)
Kioxia Exceria SATA SSD (960 GB)	311 (-6 %)
HP SSD S700 (1.000 GB)	331 **(Basis)**

System: Ryzen 9 3900X (12c, 24t), 16 GiByte DDR4-3466, Asus Prime X570-P, Geforce GT 1030, Windows 10 x64
Bemerkungen: Auch die PCMark-10-Punktzahl zeigt, dass sich die Rundumleistung von 3.0- und 4.0-SSDs durchaus überschneidet.

Siehe Benchmark ▶ ◀ Besser

DIE POWER, DIE DU JETZT BRAUCHST!

DARK POWER 12

Kompromisslos leise und performant

Unsere Antwort auf den extremen Leistungshunger moderner Grafikkarten: Dark Power 12! Es bietet höchst mögliche Effizienz und speist seine Power aus einer massiven 12-Volt-Leitung oder einem Multi-Rail-Betrieb.

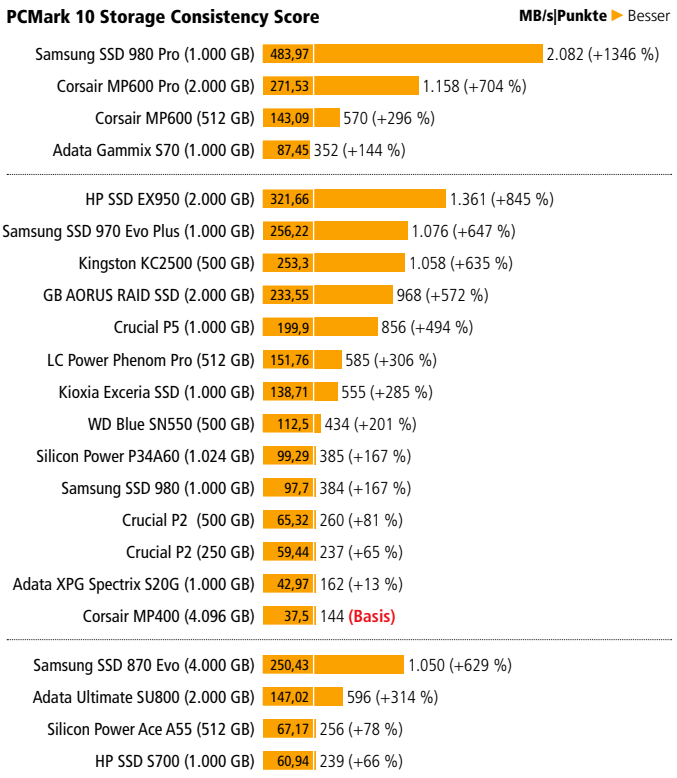
- 80 PLUS Titanium-Effizienz (bis zu 95,9%)
- Nahezu unhörbarer, rahmenloser Silent Wings Lüfter
- Hoher Luftdurchsatz durch feinmaschiges Lüftergitter
- Overclocking Key wechselt zwischen vier und einer 12V-Leitung

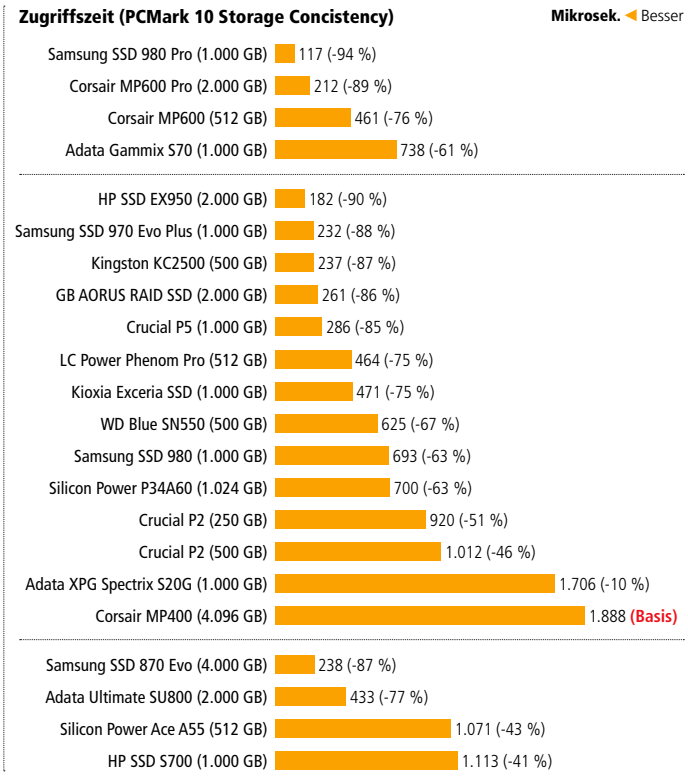
Jetzt erhältlich mit 1000, 850 oder 750 Watt.

Erhältlich bei:
alternate.de · arlt.de · bora-computer.de · caseking.de · computeruniverse.net
conrad.de · hiq24.de · e-tec.at · galaxus.ch · mindfactory.de · notebooksbilliger.de
reichelt .de

be quiet!®

Dauerleistung: Samsungs neue Paradedisziplin





System: Ryzen 9 3900X (12c, 24t), 16 GiByte DDR4-3466, Asus Prime X570-P, Geforce GT 1030, Windows 10 x64
Bemerkungen: Der Consistency-Benchmark von PCMark 10 testet die Geschwindigkeit über die gesamte Kapazität des Laufwerks. Hier wird das Preisgefälle auch sichtbar.

Siehe Benchmark ▶ ◀ Besser

PCI-E-4.0-SSDs	2.000 GB	2.000 GB	1.000 GB	1.000 GB	2.048 GB
Produktinfo/-name	**MP600 Pro**	**WD Black SN850**	**XPG Gammix S70**	**SSD 980 Pro**	**Firecuda 520**
Modellbezeichnung	CSSD-F2000GBMP600PRO	WDS100T3X0C-00SJGP2TT-C	AGAMMIXS70-1TT-C	MZ-V8P1T0BW	ZP2000GM30002
Hersteller (Website)	Corsair (corsair.com)	Western Digital (wdc.com)	Adata (adata.com)	Samsung (samsung.com)	Seagate (seagate.com)
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/2465260	www.pcgh.de/preis/2401297	www.pcgh.de/preis/2447888	www.pcgh.de/preis/2361123	www.pcgh.de/preis/2176742
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 415,-/ausreichend	Ca. € 450,-/ausreichend	Ca. € 200,-/ausreichend	Ca. € 190,-/ausreichend	Ca. € 340,-/ausreichend
Preis pro GiByte	€ 0,22/GiByte	€ 0,24/GiByte	€ 0,21/GiByte	€ 0,20/GiByte	€ 0,18/GiByte
Mittlere Ausfallzeit (MTBF)	1.700.000 Stunden	2.000.000 Stunden	2.000.000 Stunden	1.500.000 Stunden	1.800.000 Stunden
SSD-Controller	Phison PS5018-E18	WD Black G2	InnoGrit IG5236	Samsung Elpis	Phison E16
Flash-Chips	3D-NAND TLC	3D-NAND TLC	3D-NAND TLC	VNAND(3D), TLC	3D-NAND TLC, Toshiba/WD, 96 Lagen (BiCS4)
DRAM-Cache	2 GiB	1 GiB	1 GiB	1 GiB (LPDDR4)	2 GiB (DDR4)
Ausstattung (20 %)	**1,23**	**1,33**	**1,33**	**1,43**	**1,30**
Formatierte Kapazität (GiByte)	1862,65 GiByte	1862,65 GiByte	931,32 GiByte	931,32 GiByte	1907,35 GiByte
Garantiegrenze (Zeit/TBW)	5 Jahre/1.400 TB	5 Jahre/600 TB	5 Jahre/740 TB	5 Jahre/600 TB	5 Jahre/3.600 TB
Datenrate (Schnittstelle)/ Formfaktor	8 GByte/s (PCI-E 4.0 x4)/M.2 2280	8 GByte/s (PCI-E 4.0 ×4)/M.2 2280	8 GByte/s (PCI-E 4.0 ×4)/M.2 2280	8 GByte/s (PCI-E 4.0 ×4)/M.2 2280	8 GByte/s (PCI-E 4.0 ×4)/M.2 2280
Zubehör/Besonderheiten	Mit Kühler	Mit u. ohne Kühler	Mit Kühler	Samsung Magician	Seatools
Eigenschaften (20 %)	**1,98**	**2,03**	**1,98**	**1,98**	**1,85**
Atto Disk Benchmark (max. Lesen, max. Schreiben)	7309 MB/s, 6694 MB/s	7011 MB/s, 5249 MB/s	7449 MB/s, 6800 MB/s	6493 MB/s, 4696 MB/s	4692 MB/s, 4181 MB/s
AS SSD (Seq. Lesen, Seq. Schr.)	3304 MB/s, 5837 MB/s	3470 MB/s, 5070 MB/s	3553 MB/s, 5243 MB/s	3206 MB/s, 3721 MB/s	2027 MB/s, 2611 MB/s
Ladezeiten (Final Fantasy XIV Stormblood)	10,89 Sek.	10,53 Sek.	11,68 Sek.	11,08 Sek.	12,23 Sek.
Bilder-Stapelverarbeitung, Kopiertest 10 GB, 140 GB	323 Sek., 33,9 Sek., 68,1 Sek.	337 Sek., 33 Sek., 68,8 Sek.	350 Sek., 40,1 Sek., 67,9 Sek.	269 Sek., 36,2 Sek., 107 Sek.	293 Sek., 38 Sek., 91 Sek.
Leistung (60 %)	**1,19**	**1,22**	**1,25**	**1,34**	**1,56**
FAZIT	⊕ Top-Leistung ⊖ Teuer	⊕ Mit u. ohne Kühler ⊖ Teuer	⊕ Top-Leistung ⊖ Teuer	⊕ Hohe Maximalleistung ⊖ Noch etwas teuer	⊕ Guter GB-Preis ⊖ Ohne Kühler
	Wertung: **1,35**	Wertung: **1,40**	Wertung: **1,41**	Wertung: **1,48**	Wertung: **1,57**

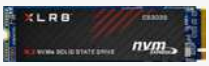
HP SSD EX950: Oberklasse-SSD zum Mittelklasse-Preis. Neu ist die PCI-E-3.0-SSD von HP zwar nicht, aber wir konnten sie erst jetzt für den Test einbestellen. Bei der EX950 handelt es sich um eine SSD, deren Layout bei vielen anderen Modellen zu finden ist, etwa der LC Power Phenom Pro oder bei der Adata Gammix S40. Der Controller, ein Silicon Motion SM2262EN ist die direkte Konkurrenz zum Phison E12. Welcher von beiden besser ist, ist schwer zu sagen, da die Modelle ziemlich das Gleiche leisten und je nach Benchmark mal das eine und mal das andere etwas schneller ist. Beim Flash setzt HP hier auf den 64-lagigen TLC von Micron, was nicht mehr die aktuellste Version ist, dem Anwender aber letztlich auch egal sein kann. Im Preis pro GiByte ist die SSD leicht günstiger als andere Modelle, jedoch mindestens genauso gut. Je nach Tagespreis ist gerade die 2-TB-Version der SSD also ein gutes Schnäppchen.

Samsung SSD 970 Evo Plus: Was ist das Plus? Samsung veröffentlicht mit der SSD 970 Evo Plus ein Nachfolgemodell mit aktuellem NAND-Speicher der fünften Generation. Alles andere, vom Phoenix-Controller bis zum Layout, ist gleich geblieben. Vergleichen wir die marketingträchtigen Maximalraten im sequenziellen Lesen und Schreiben, so hat sich lediglich der Schreibwert verbessert. 3.300 MB/s nennt das Datenblatt der 970 Evo Plus statt „nur" 2.500 MB/s bei der 970 Evo. Lesend wird das Maximum der vier PCI-Express-3.0-Lanes von 3.500 MB/s bereits von der 970 Evo erreicht, sodass sich hier das Plus nicht bemerkbar machen wird.

Wir hatten die Gelegenheit, die 970 Evo Plus in zwei Kapazitäten testen zu können, 500 GB und 1.000 GB (1 TB). Entscheidend ist nun die Frage, wie groß sich das wortwörtliche Plus der Leistung in der Praxis bemerkbar machen kann. Das Leistungsplus der 970 Evo Plus ist im Kopiertest gut erkennbar, da sie nun die 37 Sekunden erreicht. Das schafften bisher nur die Samsung SSD 970 Pro oder Modelle mit Phison-E12-Controller. Die „alte" Samsung 970 Evo braucht hier mindestens 45 Sekunden, ist also geringfügig langsamer.

Crucial MX500 vs. Samsung 860/870 Evo: Mainstream-Mittelklasse im Vergleich. Die Datenblätter der Crucial MX500 und der Samsung 860 Evo lesen sich ziemlich ähnlich, weswegen sich ein direkter Vergleich beider Modelle aufdrängt. So verfügen die beiden neuen Modelle über fünf Jahre Garantie und über 64-lagige 3D-TLC-Speicherchips. Samsung nennt die vertikale Zellenstapelung nur anders, nämlich V-NAND (vertical NAND). Die aktuellen Generationen der Flash-Speicher beider Hersteller (Micron und Samsung) versprechen eine verbesserte Energieeffizienz. Die Leistungsunterschiede zu älteren Modellen befinden sich aber eher auf einem homöopathisch niedrigen Niveau. Wenig verwunderlich ist auch, dass sich die beiden Modelle MX500 und 860 Evo in unseren Praxistests nur unwesentlich unterscheiden: Die Samsung-SSD ist einen Hauch schneller. Unseren 10-GiB-Kopiertest absolviert sie etwa in 65 Sekunden, während die MX500 zehn Sekunden mehr benötigt. In anderen Anwendungen, etwa bei Programmstarts, Video-Rendering oder Spiele-Ladezeiten messen wir weitaus geringere Unterschiede von nur wenigen Sekunden. Kurzum: Nicht nur die Ausstattung, sondern auch die Leistung beider Modelle sind nahezu identisch, weswegen es letztlich auf den Straßenpreis ankommt.

Adata Ultimate SU800: Günstiger SATA-Einstieg. Die SU800 von Adata ist nun schon einige Jahre auf dem Markt und steht hier stellvertretend für die günstigeren SATA-SSDs mit DRAM-Cache. Die SU800 verwendet den Silicon Motion SM2258, der in vielen SATA-SSDs zu finden ist, etwa auch in der Crucial MX500, welche sich von der SU800 daher kaum unterscheidet, da auch hier der TLC-NAND von Micron stammt. Aufgrund des Alters hat die SU800 noch den 32-lagigen anstatt 64- oder gar 96-lagigen Flash-Speicher. Das kann dem Nutzer aber egal sein, da er nicht unbedingt haltbarer oder schneller ist. Die Generation des NAND-Flash kann dem Anwender letztlich egal sein, da die Leistung hier maßgeblich von der Schnittstelle bestimmt wird. Diese ist bei den SATA-SSDs schon lange am Ende angekommen.

PCI-E-3.0-SSDs	1.024 GB	2.000 GB	1.024 GB	1.000 GB	1.024 GB
					
Produktinfo/-name	**CS3030**	**SSD EX950**	**WD Black SN750**	**SSD 970 Evo Plus**	**Phenom Pro**
Modellbezeichnung	M280CS3030-1TB-RB	5MS24AA#ABB	WDS100T3X0C-00SJG0	MZ-V7S1T0BW	LC-M2-NVME-PRO-1TB
Hersteller (Website)	PNY (pny.com)	HP (hp.com)	Western Digital (wdc.com)	Samsung (samsung.com)	LC Power (lc-power.com)
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1991316	www.pcgh.de/preis/2014541	www.pcgh.de/preis/1969746	www.pcgh.de/preis/1972735	www.pcgh.de/preis/2366291
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 125,-/befriedigend	Ca. € 230,-/befriedigend	Ca. € 120,-/befriedigend	Ca. € 145,-/befriedigend	Ca. € 150,-/befriedigend
Preis pro GiByte	€ 0,13/GiByte	€ 0,12/GiByte	€ 0,13/GiByte	€ 0,16/GiByte	€ 0,16/GiByte
Mittlere Ausfallzeit (MTBF)	2.000.000 Stunden	2.000.000 Stunden	1.500.000 Stunden	1.500.000 Stunden	2.000.000 Stunden
SSD-Controller	Phison PS5012-E12	Silicon Motion SM2262EN	Sandisk 20-82-007011	Samsung Phoenix (S4LR020)	Silicon Motion SM2262EN
Flash-Chips	3D-NAND TLC	3D-NAND TLC (64 Lagen, Micron)	3D-NAND TLC (64 Lagen, BiCS3)	3D-NAND TLC, Samsung, 96 Layer (V-NAND v5)	3D-NAND TLC
DRAM-Cache	1 GiB (DDR4)	2 GiB (DDR3)	1 GiB LPDDR4	1 GiB LPDDR4	1 GiB (DDR4)
Ausstattung (20 %)	**1,45**	**1,43**	**1,45**	**1,53**	**1,45**
Formatierte Kapazität (GiByte)	953,67 GiByte	1862,65 GiByte	953,67 GiByte	931,32 GiByte	953,67 GiByte
Garantiegrenze (Zeit/TBW)	5 Jahre/1.665 TB	5 Jahre/1.400 TB	5 Jahre/600 TB	5 Jahre/600 TB	5 Jahre/- TB
Datenrate (Schnittstelle)/ Formfaktor	4 GByte/s (PCI-E 3.0 ×4)/M.2 2280	4 GByte/s (PCI-E 3.0 ×4)/M.2 2280	4 GByte/s (PCI-E 3.0 ×4)/M.2 2280	4 GByte/s (PCI-E 3.0 ×4)/M.2 2280	4 GByte/s (PCI-E 3.0 ×4)/M.2 2280
Zubehör/Besonderheiten	-	-	WD SSD Dashboard	Samsung Magician	-
Eigenschaften (20 %)	**1,85**	**1,98**	**2,00**	**1,98**	**1,80**
Atto Disk Benchmark (max. Lesen, max. Schreiben)	3455 MB/s, 3041 MB/s	3370 MB/s, 3115 MB/s	3446 MB/s, 2864 MB/s	3504 MB/s, 3256 MB/s	3364 MB/s, 3123 MB/s
AS SSD (Seq. Lesen, Seq. Schr.)	2118 MB/s, 2894 MB/s	2105 MB/s, 2728 MB/s	2082 MB/s, 2140 MB/s	2008 MB/s, 2798 MB/s	2043 MB/s, 2873 MB/s
Ladezeiten (Final Fantasy XIV Stormblood)	11,62 Sek.	11,20 Sek.	11,97 Sek.	11,33 Sek.	15,24 Sek.
Bilder-Stapelverarbeitung, Kopiertest 10 GB, 140 GB	269 Sek., 45,2 Sek., 207 Sek.	347 Sek., 41,1 Sek., 120 Sek.	266 Sek., 37 Sek., 105 Sek.	346 Sek., 34 Sek., 168 Sek.	376 Sek., 37,4 Sek., 130 Sek.
Leistung (60 %)	**1,63**	**1,63**	**1,62**	**1,65**	**1,78**
FAZIT	⊕ Relativ günstig ⊖ Kein Software-Tool	⊕ Gute sequenzielle Leistung	⊕ Gute 3.0-Performance ⊖ Aktuell etwas teuer	⊕ Gute Leistung ⊖ Etwas teuer	⊕ Gute Schreibleistung ⊖ Ladezeiten
	Wertung: **1,64**	Wertung: **1,66**	Wertung: **1,66**	Wertung: **1,69**	Wertung: **1,72**

Die Corsair MP600 Pro ist mit dem neuen Phison-E18-Controller die aktuell schnellste Consumer-SSD auf dem Markt, wenn auch der Vorsprung ziemlich gering ist.

Seagate Firecuda 120 SSD: Solides SATA-Modell mit DRAM, aber etwas teuer. Seagates aktuelle SATA-SSD liefert eine gute SATA-Leistung hab und schwächelt nur in unserem 10-GiB-Kopiertest. Wem die Schreibleistung wichtig ist, greift besser zu einer fast gleich teuren PCI-Express-SSD. Das ist der aktuelle Pferdefuß der Firecuda 120. Für eine SATA-SSD, selbst für eine gute, ist sie aktuell etwas teuer. Auch in der 1-TiByte-Variante, denn für den Preis gibt es schon gute M.2-Riegel.

Samsung SSD 980: Ohne Evo, ohne Cache, trotzdem gut? Selten fällt es uns bei einem Modell schwer, sie in eine der vorhandenen Schubladen zu stecken wie bei der neuen Samsung SSD 980. Eine SSD ohne DRAM ist nicht nur für Samsung ein Novum, sondern mit einer ansonsten guten Leistung und Ausstattung auch neu auf dem SSD-Markt. Bislang war die Wahl ziemlich einfach, da die bisherigen Modelle ohne DRAM auch in der Leistung bestenfalls mittelmäßig waren, wie etwa

SATA-SSDs

	1.000 GB	1.024 GB	2.000 GB	4.000 GB	2048 GB
Produktinfo/-name	**MX500**	**SSD 860 Evo**	**Ultimate SU800**	**SSD 870 Evo**	**Firecuda 120 SSD**
Modellbezeichnung	CT1000MX500SSD1	MZ-76E1T0B/EU	ASU800SS-2TT-C	MZ-77E4T0B	ZA2000GM10001
Hersteller (Website)	Crucial (crucial.com)	Samsung (samsung.com)	Adata (xpg.com)	Samsung (samsung.de)	Seagate (seagate.com)
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/1745357	www.pcgh.de/preis/1756905	www.pcgh.de/preis/1886137	www.pcgh.de/preis/2458832	www.pcgh.de/preis/2300077
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 90,-/gut	Ca. € 100,-/befriedigend	Ca. € 290,-/befriedigend	Ca. € 410,-/befriedigend	Ca. € 285,-/befriedigend
Preis pro GiByte	€ 0,1/GiByte	€ 0,1/GiByte	€ 0,16/GiByte	€ 0,11/GiByte	€ 0,15/GiByte
Mittlere Ausfallzeit (MTBF)	1.800.000 Stunden	1.500.000 Stunden	2.000.000 Stunden	1.500.000 Stunden	2.000.000 Stunden
SSD-Controller	Silicon Motion SM2258	Samsung MJX	Silicon Motion SM2258	Samsung MKX	Phison S12
Flash-Chips	3D-NAND TLC	3D-NAND TLC, Samsung, 64 Layer (V-NAND v4)	3D-NAND TLC	3D-NAND TLC	3D-NAND TLC
DRAM-Cache	1 GiB (DDR4)	1 GiB (LPDDR4)	-	4 GiB	2 GiB
Ausstattung (20 %)	**1,53**	**1,65**	**1,43**	**1,60**	**1,60**
Formatierte Kapazität (GiByte)	931,32 GiByte	953,67 GiByte	1862,65 GiByte	3725,29 GiByte	1907,35 GiByte
Garantiegrenze (Zeit/TBW)	5 Jahre/360 TB	5 Jahre/2.400 TB	5 Jahre/600 TB	5 Jahre/2.400 TB	5 Jahre/2.800 TB
Datenrate (Schnittstelle)/ Formfaktor	6 GBit/s (SATA III)/2,5 Zoll	6 GBit/s (SATA III)/2,5 Zoll	6 GBit/s (SATA III)/2,5 Zoll	6 GBit/s (SATA III)/2,5 Zoll	6 GBit/s (SATA III)/2,5 Zoll
Zubehör/Besonderheiten	inkl. Spacer für 9,5 mm Bauhöhe, Acronis True Image	Samsung Magician	SSD Toolbox, Acronis True image HD	-	-
Eigenschaften (20 %)	**2,03**	**1,80**	**2,03**	**1,98**	**1,90**
Atto Disk Benchmark (max. Lesen, max. Schreiben)	564 MB/s, 514 MB/s	564 MB/s, 535 MB/s	552 MB/s, 483 MB/s	491 MB/s, 456 MB/s	546 MB/s, 493 MB/s
AS SSD (Seq. Lesen, Seq. Schr.)	445 MB/s, 459 MB/s	442 MB/s, 488 MB/s	494 MB/s, 459 MB/s	550 MB/s, 486 MB/s	483 MB/s, 460 MB/s
Ladezeiten (Final Fantasy XIV Stormblood)	11,71 Sek.	12,04 Sek.	13,05 Sek.	13,31 Sek.	18,49
Bilder-Stapelverarbeitung, Kopiertest 10 GB, 140 GB	267 Sek., 73 Sek., 472 Sek.	276 Sek., 74 Sek., 501 Sek.	335 Sek., 69,5 Sek., 522 Sek.	333 Sek., 66,9 Sek., 482 Sek.	387 Sek., 97,3 Sek., 243 Sek.
Leistung (60 %)	**2,22**	**2,33**	**2,39**	**2,38**	**2,59**
FAZIT	⊕ Gute SATA-Leistung ⊕ Gutes P/L-Verhältnis	⊕ DRAM-Cache ⊖ Altes Modell	⊕ Große Kapazität ⊖ Teuer	⊕ Hohe Kapazität ⊖ Teuer	⊕ Hohe TBW ⊖ Mäßige Kopierleistung
	Wertung: **2,04**	Wertung: **2,09**	Wertung: **2,12**	Wertung: **2,14**	Wertung: **2,25**

die WD Blue SN550. Trotzdem ist es noch immer besser am DRAM-Cache zu sparen als auf günstigeren QLC- statt TLC-Flash zu setzen. Generell sind Samsung-Modelle eher keine Preis-Leistungskracher, sondern etwas teurere, dafür aber solidere Modelle. Das kann auch für die 980 gelten, wenn sich der fehlende DRAM-Cache nach Langzeittests nicht als Haltbarkeitsmanko erweist. Immerhin stimmt die Garantiedauer über fünf Jahre, jedoch ist auf diesem Niveau die Konkurrenz bereits nachgezogen. Die 980 muss sich auf dem Markt noch erst beweisen.

Corsair MP400: Groß und günstig mit QLC-Flash. Den günstigen QLC-Flash zu verwenden ist eine Möglichkeit, den SSD-Preis zu senken. Er ermöglicht zwar hohe Kapazitäten, wie die hier getesteten 4 TiByte auf einer kleinen M.2-Platine, hat aber auch Defizite in der Transferrate. Bei SSDs mit QLC-Flash steht und fällt diese am SLC-Cache. Dieser ist mit bis zu einem Terabyte ziemlich groß, sodass die lahme QLC-Geschwindigkeit auf HDD-Niveau in der Praxis fast immer kompensiert werden dürfte. Jedoch sinkt die Cache-Größe mit der freien Kapazität. Dessen sollte man sich bewusst sein, bevor man sich für eine QLC-SSD entscheidet. Wir raten daher auch hier, sie nur als Zweitlaufwerk in Betracht zu ziehen.

Adata XPG Spectrix S20G: Alternatives RGB-Design. Die S20G unterscheidet sich nicht nur im LED-Design von der großen Schwester S40G. Während diese auch in der Leistung in der Oberklasse mitspielt, ist die S20G etwas langsamer. Hier handelt es sich um eine NVME-SSD ohne DRAM-Cache, was sich fairerweise aber auch im Preis bemerkbar macht. Beide Modelle sind wegen ihrer RGB-LEDs nicht teurer als andere Modelle ohne LEDs mit gleicher Leistung. Zusammen mit einer Patriot Viper VPR100 sind die drei Modelle die einzigen M.2-SSDs mit RGB-LEDs.

Silicon Power P34A60: Noch so ein NVME-Einsteigermodell. Schon das Datenblatt mit den maximalen Transferraten zeigt, dass hier nur etwa die halbe Datenübertragungsrate der vier PCI-Express-3.0-Lanes genutzt wird und die „A60“ mit günstigem Controller und wegrationalisiertem DRAM-Cache eher mit Preis statt Leistung überzeugen will. Das gelingt ihr an sich auch, denn ihr aktueller Straßenpreis liegt näher bei den SATA-SSDs als bei den schnelleren PCI-Express-Modellen. Aber auch hier gilt: Kein DRAM-Cache, keine Empfehlung als Systemlaufwerk.

HP SSD S700: Günstig, aber geringe Garantiedauer. Die S700 ist ein schnödes SATA-Modell unter vielen, welches aus der Masse nicht sonderlich heraussticht, weder positiv noch negativ. Die Leistung fällt entsprechend unspektakulär, mittelmäßig aus. In den Kopiertests hinkt die SSDs besseren Modellen etwas hinterher, aber ohne eine gravierende Schwäche aufzuweisen. Ein kleiner Pferdefuß ist da eher die Garantiedauer von nur drei Jahren. Fünf Jahre ist mittlerweile bei besseren Modellen zeitgemäß und auch nicht unbedingt teurer, wie die Preislage beweist. Davon abgesehen verfügt die SATA-SSD über keinen DRAM-Cache, im Gegensatz zum Schwestermodell S700 Pro. Derartige SATA-SSDs ohne DRAM empfehlen wir daher lediglich als Zeitlaufwerk und sollten nicht mit einer Windows-Partition bespielt sein. *(mc)*

Fazit PCGH

PCI Express 3.0 reicht völlig

Ja, Ihr System unterstützt womöglich schon PCI Express 4.0, aber scheuen Sie sich nicht, es mit einer SSD mit PCI Express 3.0 zu bestücken. Der geringe 4.0-Leistungsvorsprung lohnt sich nur für die wenigsten Anwender, für Gamer jedenfalls nicht. Auch SATA-Modelle sind noch immer zeitgemäß.

Neue SSDs

	1000 GB	4096 GB	1000 GB	1024 GB	1.000 GB
Produktinfo/-name	**SSD 980**	**MP400**	**XPG Spectrix S20G**	**P34A60**	**SSD S700**
Modellbezeichnung	MZ-V8V1T0BW	CSSD-F4000GBMP400	ASPECTRIXS20G-1T-C	SP001TBP34A60M28	6MC15AA#ABB
Hersteller (Website)	Samsung (samsung.com)	Corsair (corsair.com)	Adata (adata.com)	Silicon Power (silicon-power.com)	HP (hp.com)
PCGH-Preisvergleich	www.pcgh.de/preis/2485468	www.pcgh.de/preis/2378650	www.pcgh.de/preis/2455908	www.pcgh.de/preis/2196810	www.pcgh.de/preis/2073695
Preis/Preis-Leistungs-Verhältnis	Ca. € 130,-/befriedigend	Ca. € 560,-/befriedigend	Ca. € 130,-/befriedigend	Ca. € 110,-/befriedigend	Ca. € 95,-/befriedigend
Preis pro GiByte	€ 0,14/GiByte	€ 0,15/GiByte	€ 0,14/GiByte	€ 0,12/GiByte	€ 0,1/GiByte
Mittlere Ausfallzeit (MTBF)	1.500.000 Stunden	-	2.000.000 Stunden	2.000.000 Stunden	K. A.
SSD-Controller	Samsung	Phison PS5012-E12S	Realtek RTS5766D	Silicon Motion SM2263XT	Silicon Motion SM2258XT
Flash-Chips	V-NAND TLC	3D-NAND QLC	3D-NAND TLC	3D-NAND TLC	3D-NAND TLC (32 Lagen)
DRAM-Cache	1 GiB	4 GiB (DDR3)	-	-	-
Ausstattung (20 %)	**1,53**	**1,39**	**1,53**	**1,45**	**1,73**
Formatierte Kapazität (GiByte)	931,32	3814,7	931,32	953,67	931,32 GiByte
Garantiegrenze (Zeit/TBW)	5 Jahre/600 TB	5 Jahre/800 TB	5 Jahre/600 TB	5 Jahre/600 TB	3 Jahre/500 TB
Datenrate (Schnittstelle)/ Formfaktor	4 GByte/s (PCI-E 3.0 x4)/M.2 2280	4 GByte/s (PCI-E 3.0 x4)/M.2 2280	4 GByte/s (PCI-E 3.0 x4)/M.2 2280	4 GByte/s (PCI-E 3.0 x4)/M.2 2280	6 GBit/s (SATA III)/2,5 Zoll
Zubehör/Besonderheiten	Samsung Magician	-	RGB-LEDs	-	-
Eigenschaften (20 %)	**1,98**	**2,25**	**1,98**	**2,00**	**2,40**
Atto Disk Benchmark (max. Lesen, max. Schreiben)	3464 MB/s, 2798 MB/s	3421 MB/s, 3020 MB/s	2486 MB/s, 1865 MB/s	2100 MB/s, 1719 MB/s	551 MB/s, 459 MB/s
AS SSD (Seq. Lesen, Seq. Schreiben)	2130 MB/s, 2314 MB/s	2334 MB/s, 2769 MB/s	1703,41 MB/s, 1697,36 MB/s	1505 MB/s, 1545 MB/s	492 MB/s, 427 MB/s
Ladezeiten (Final Fantasy XIV Stormblood)	11,283	13,921	13,472	15,78	16,59 Sek.
Bilder-Stapelverarbeitung, Kopiertest 10 GB, 140 GB	336 Sek., 42 Sek., 101 Sek.	342 Sek., 37,1 Sek., 114 Sek.	351 Sek., 44,9 Sek., 186 Sek.	372 Sek., 44,5 Sek., 170 Sek.	353 Sek., 81,8 Sek., 529 Sek.
Leistung (60 %)	**1,67**	**1,65**	**1,93**	**2,00**	**2,54**
FAZIT	⊕ Hohe Alltagsleistung ⊖ Kein DRAM-Cache	⊕ Hohe Kapazität ⊖ QLC-Flash	⊕ RGB-LEDs ⊖ Kein DRAM-Cache	⊕ Geringer GiB-Preis ⊖ Kein DRAM-Cache	⊕ Günstig ⊖ Nur 3 Jahre Garantie
	Wertung: **1,70**	Wertung: **1,72**	Wertung: **1,86**	Wertung: **1,89**	Wertung: **2,35**

Bild: EyeWire InfoTech

Preisbrecher-PC

Einen günstigen PC zum Spielen zusammenzustellen ist aktuell schwierig. Wir nehmen uns der Herausforderung an und bauen ein System mit einer APU, das nur (gut) 400 Euro kostet.

Preisbrecher-PC mit APU

Preise: Stand 01.09.2021

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor	AMD Ryzen 5 3400G	€ 185,-
CPU-Kühler	AMD Wraith Stealth (Boxed)	€ 0,-
Gehäuse	Deepcool Matrex 30	€ 25,-
Grafikkarte (AMD)	AMD Radeon Vega 11 (integrierte GPU)	€ 0,-
Mainboard	Asus A320M-A	€ 60,-
Arbeitsspeicher	Patriot Viper 4 DDR4-3200 CL16	€ 85,-
SSD	Kioxia Exceria 240 GByte	€ 30,-
Netzteil	Be Quiet System Power B9 300 Watt	€ 30,-
Gesamtpreis (ab)		**€ 415,-**

Alternativ-Komponenten

Ist das Budget nicht ganz so knapp, empfehlen wir einen Ryzen 3 3100 und eine Geforce GTX 1050. Die Grafikleistung ist dann zwar nur geringfügig höher, die CPU-Leistung dafür umso mehr.

Der Hardware-Markt ist derzeit chaotischer denn je. Aufgrund der hohen Nachfrage ist es sehr schwer, Grafikkarten zu einem annehmbaren Preis zu finden. Deshalb setzen wir unseren Fokus bei der Sparfuchs-Konfiguration auf eine APU – so werden die AMD-Prozessoren mit integrierter Grafikeinheit (IGP) genannt. Diese sind zwar mit vielen Triple-A-Titeln wie Cyberpunk 2077 und Assassin's Creed Valhalla überfordert, können aber ältere Titel wie GTA 5, unzählige Indie-Perlen oder beliebte E-Sports-Spiele wie beispielsweise Overwatch und Fortnite flüssig darstellen. Natürlich muss man auch dann Kompromisse bei Auflösung und Detailgrad eingehen. Dennoch kann man mit einem PC für weniger als 500 Euro gut spielen.

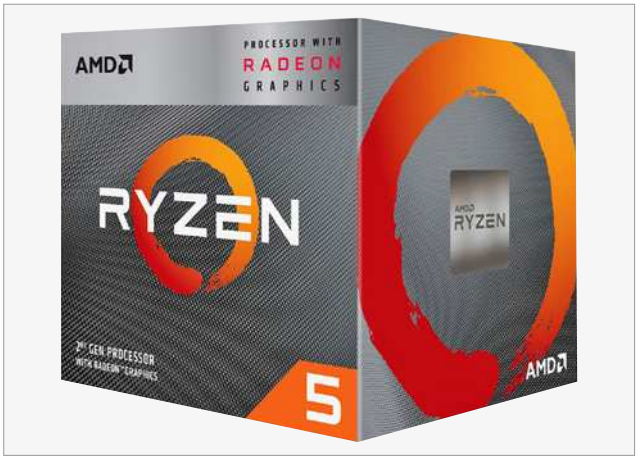
Was macht den Preisbrecher-PC aus?

Dieser PC markiert den Einstiegspunkt, um sich mit PC-Gaming auseinanderzusetzen, ohne dafür viel Geld auszugeben. Natürlich werden Enthusiasten wenig Spaß mit einem derartigen System haben. Nutzer, die hingegen von einer Konsole kommen, werden die Vielseitigkeit zu schätzen lernen. Vieles, was auf einer Xbox oder Playstation nicht möglich war, geht hier ohne Probleme, etwa Modding von Grafik oder Gameplay, etliche Indie-Titel, die es nur auf dem PC gibt, oder schlichtweg das Spielen mit Maus und Tastatur, was das Gameplay und vor allem die Präzision in Shootern so stark verändert, dass ein Wechsel zurück zum Controller undenkbar werden kann.

AMD Ryzen 5 3400G

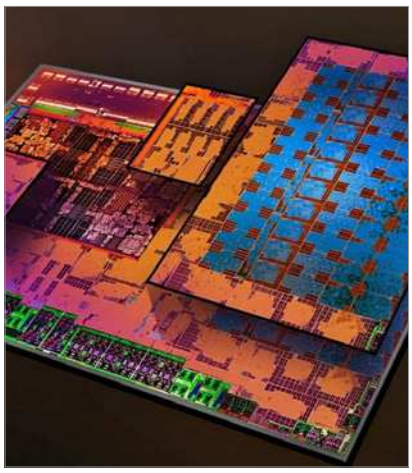
APUs sind perfekt für Büro- oder Multimedia-PCs, können aber auch in sehr günstigen Gaming-PCs genutzt werden.

Vor allem, da es im Moment schwierig ist, an bezahlbare Grafikkarten zu kommen, haben wir uns bei dieser Konfiguration für den Ryzen 5 3400G entschieden. Der CPU-Teil der APU ist zwar nur ein Vierkerner, sollte aber dennoch für die meisten genügsamen Spiele ausreichen. Gerade weil er mit 3,7 bis 4,2 GHz relativ hoch taktet, ist die Single-Core-Leistung ordentlich, wenn auch nicht überragend. Leider basiert dieser Prozessor noch auf der älteren Zen+-Architektur (Ryzen 2000), weshalb die Kerne etwas langsamer arbeiten als beispielsweise bei einem Ryzen 3 3100. Dennoch bekommt man für rund 200 Euro bereits eine Lösung, die später mit einer zusätzlichen Grafikkarte umso mehr spieletauglich ist.



AMD Radeon Vega 11

Die APU bringt eine integrierte Grafikeinheit mit, welche zumindest mit Einschränkungen spieletauglich ist.



Im Ryzen 5 3400G steckt die Radeon-Vega-11-Grafikeinheit. Diese basiert, wie dem Namen schon zu entnehmen ist, auf der Vega-Architektur, die mittlerweile schon etwas in die Jahre gekommen ist. Da es aber aktuell fast unmöglich ist, für unter 150 Euro eine neue Grafikkarte zu bekommen, ist diese APU eine gute Option, um die aktuelle Situation zu überbrücken. Zwar sollten Sie nicht erwarten, aktuelle Titel in hohen Auflösungen bzw. Details zu spielen, aber ältere Titel oder E-Sports-Spiele sind in Full High Definition (1080p) durchaus lauffähig. Um das volle Leistungspotenzial dieser Grafikeinheit auszureizen, sollte möglichst schneller Speicher verwendet werden, da dieser gleichzeitig als Grafikspeicher fungiert. Auch deshalb raten wir von 8-GiByte-Kits ab, da diese dann schlichtweg zu wenig sind, wenn man der integrierten GPU bereits zwei oder sogar vier GiByte zugewiesen hat. Somit sind 2 × 8 = 16 GiByte hier die einzig sinnvolle Option.

Patriot Viper 4 3200 MHz

Wir verbauen ein 16-Gigabyte-Kit von Patriot mit DDR4-3200, das Minimum für eine gute APU-Performance.

Da wir keine dedizierte Grafikkarte nutzen, sondern die integrierte GPU des Ryzen 5 3400G, benötigen wir (und Sie) den schnellsten Speicher, den wir für das Spar-Budget bekommen. Wegen des A320-Mainboards sind wir allerdings auf DDR4-3200 limitiert. Aus diesem Grund haben wir uns für ein 16-GiByte-Kit von Patriot mit der entsprechenden Frequenz entschieden. Nicht nur, dass aktuelle Grafikkarten- und APU-Preise gestiegen sind, auch Arbeitsspeicher ist deutlich teurer geworden. Das von uns gewählte Kit kostet mittlerweile rund 85 Euro anstatt der circa 60 vor einigen Monaten. Dennoch bekommen wir trotz des vergleichsweise geringen Preises bei diesem Kit noch einen Kühler und Latenzen von CL16, also besser als bei manch anderen in diesem Preisbereich. Diese haben oft schlechtere Latenzen bei gleicher Geschwindigkeit. Oft lässt sich dort aber nachträglich noch etwas optimieren und mit etwas Glück kommt man auf CL14, was in Spielen ein Vorteil sein kann.

Asus Prime A320M-A

Das A320M-A ist eines der günstigsten Mainboards von Asus mit dem AM4-Sockel ohne viel Schnickschnack.

Da wir bei unserem System Geld sparen wollen, kommen für uns nur sehr günstige Komponenten in Frage, weshalb wir uns für das A320M-A entschieden haben. Dieses bietet zwar kaum Ausstattung, ist aber trotzdem ein solides Mainboard von einem namhaften Hersteller. Da die Spannungsversorgung hier im Vergleich zu anderen Modellen in dieser Klasse relativ großzügig ausgelegt ist, können wir hier noch Overclocking-Versuche mit der integrierten Grafikeinheit wagen, auch wenn diese keine Wunder bewirken. Die Spannungswandler-Temperaturen sollte man dabei dennoch im Blick behalten. Anschlussseitig muss man sich ebenfalls mit der Basis zufriedengeben: Vier USB 3.0-Ports und ein HDMI-Ausgang für den Monitor genügen den meisten Anwendern. Dazu können noch zwei 3.0-Anschlüsse an die Gehäusefront verlegt werden, zweimal USB 2.0 ist zusätzlich intern vorhanden. Im Vergleich zum A320M-K haben wir hier außerdem vier statt nur zwei RAM-Slots.

AMD Wraith Stealth

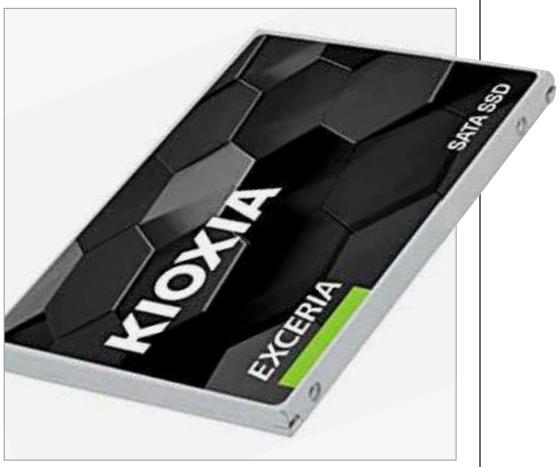
AMDs Boxed-Kühler ist relativ leise, kühlt den kleinen Ryzen gut genug und ist Lieferumfang enthalten.

Bis vor einigen Jahren hatten Boxed-Kühler noch einen ziemlich schlechten Ruf. Das hat sich mittlerweile aus guten Gründen geändert. Gerade AMD hat mit der Wraith-Serie angefangen, die mitgelieferten Kühler deutlich zu verbessern. Nicht nur, dass die Kühlleistung besser geworden ist, auch die Lautstärke ist nun akzeptabel. Die verschiedenen Ryzen-CPUs werden mit unterschiedlichen Boxed-Kühler-Modellen ausgeliefert. Bei unserem 3400G ist der kleinste dabei – ein AMD Wraith Stealth.

Von den größeren unterscheidet sich dieser in der geringeren Bauhöhe, der fehlenden RGB-Beleuchtung und dem fehlenden Kupferkern im Kühlerboden. Dennoch kann der Stealth die 65 Watt noch relativ leise abführen. Man sollte sich aber im Klaren darüber sein, dass große Overclocking-Versuche nicht unternommen werden sollten.

Kioxia Exceria SATA SSD

SSDs sind mittlerweile sehr günstig und die Kioxia Exceria SATA SSD liegt preislich etwas unter der Konkurrenz.



Toshiba nennt seine Speichersparte nun Kioxia. Der aufgekaufte Hersteller OCZ wurde in älteren Modellen noch namentlich genannt, verschwindet als Marke nun aber wie Toshiba selbst, seitdem die Speichersparte Kioxia getauft wurde. Die umbenannten Kioxia-SSDs sind daher Altbekannte. Bei der Kioxia Exceria SATA SSD handelt es sich um die Toshiba TR200. Wie auch schon diese ist die Exceria eine gute SSD, die zwar keine Rekordwerte in den Benchmarks erreicht, aber sich noch immer für ein ambitioniertes Gaming-System eignet. Wir haben dieses Modell vor allem wegen des besonders niedrigen Preises gewählt. In der von uns zusammengestellten Konfiguration haben wir die 240-Gigabyte-Variante gewählt. Wem das zu wenig ist, der kann auch zu einer der größeren Varianten greifen. Das 480er Modell ist mit unter 50 Euro ebenfalls sehr günstig. Für günstigen Zusatzspeicher („Datengrab") kann natürlich auch eine HDD verbaut werden.

Deepcool Matrex 30

Günstiger geht's fast nicht. Das Matrex 30 ist ein Mini-Tower mit Echtglasscheibe und schicker Optik für nur 25 Euro.

Das Gehäuse steht bei einem sehr günstigen PC in der Prioritätenliste ganz weit unten, weshalb wir natürlich erst nach dem niedrigsten Preis sortiert haben. Dort tummeln sich dutzende Angebote bereits ab rund 20 Euro. Als Tipp hat sich das Deepcool Matrex 30 herauskristallisiert. Für 25 Euro wird hier zwar nur Micro-ATX-Kompatibilität geboten, dennoch hat dieses Modell ein Glasfenster und zumindest einen rückwärtig installierten 120-Milimeter-Ventilator. Die perforierte Front dürfte zudem bei der Belüftung helfen, auch wenn unser System ohnehin kaum warm wird. Ein unten montiertes Netzteil ist in dieser Preisklasse auch eine Seltenheit. Wir empfehlen hier den Lüfter nach oben zu montieren, da so die Kühlung im Inneren verbessert wird. Allerdings kann es mit unserem gewählten Modell zu Problemen mit dem CPU-4-Polkabel kommen, da es sehr kurz ist. Auch bei der Länge der Grafikkarten und Höhe der CPU-Kühler ist man auf 25 bzw. 15 Zentimeter beschränkt.

Be Quiet System Power 9

Mit dem System Power 9 hat Be Quiet im Einsteigerbereich für den Preis so manches gute Office-Netzteil im Programm.

Das Netzteil ist eine der Komponenten, bei denen man zumindest auf einen namhaften Hersteller zurückgreifen sollte. In diesem Fall haben wir das Be Quiet System Power 9 mit 300 Watt gewählt. Das ist insofern mehr als ausreichend, da wir keine dedizierte Grafikkarte haben und die Leistungsaufnahme unseres Systems deutlich unter 150 Watt bei Volllast bleibt. Weitere Kompromisse muss man bei Effizienz, Komfort, Optik und der generellen Qualität eingehen. Natürlich ist diese ausreichend für unser System, an das keine größeren Ansprüche gestellt werden. Bei der 300-Watt-Version gibt es etwa keine GPU-Stecker und nur einen Strang mit vier Polen für die CPU. Das ist für die Ryzen-APU ausreichend und kann auch bei unserem Asus-Mainboard mit 8-Pol-Buchse genutzt werden.

Bauanleitung

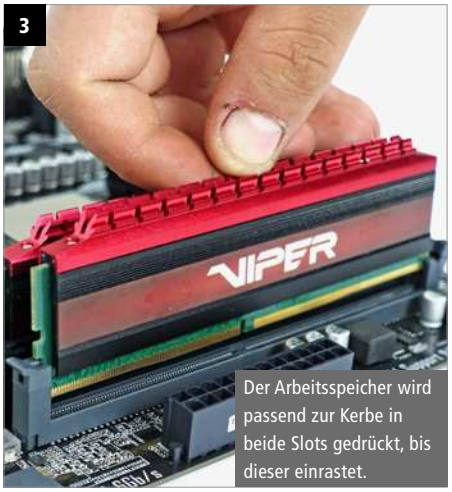
1

Wie bei Intel müssen wir beim AMD-CPU-Einbau zunächst den Hebel nach oben klappen.

2

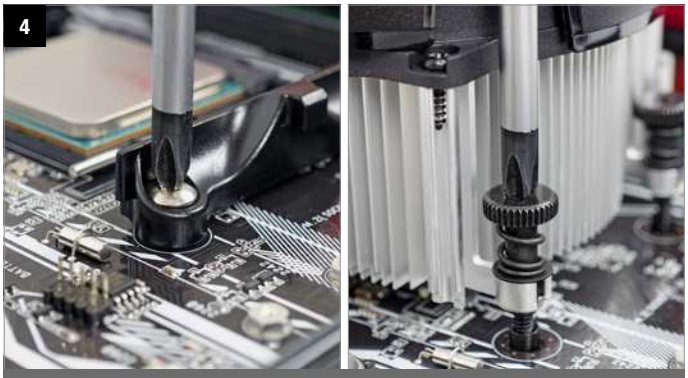
Der Prozessor kann dann entsprechend der Markierungen am Rand eingesetzt und der Hebel wieder umgelegt werden.

3



Der Arbeitsspeicher wird passend zur Kerbe in beide Slots gedrückt, bis dieser einrastet.

4



Für den Einbau des Kühlers muss das Retention-Kunststoffmodul entfernt und der Kühler dann an den vier Punkten verschraubt werden.

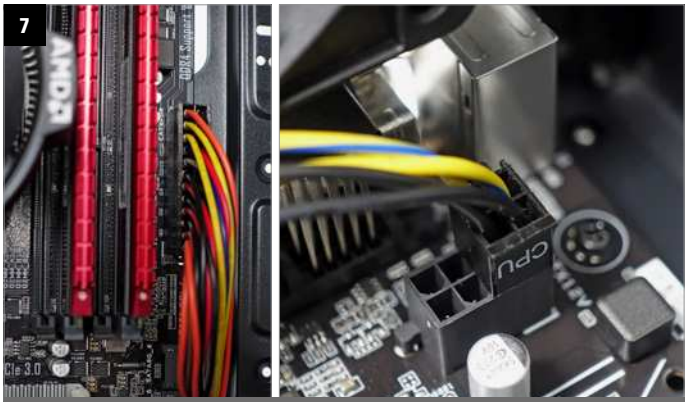
5

Nach dem Einsetzen des I/O-Shields kann auch das Mainboard eingelegt werden. Schräg ansetzen, nach hinten drücken und auf den Abstandhaltern festschrauben.

6

Anders als bei vielen teureren Gehäusen wird das Netzteil hier von innen eingebaut und einfach festgeschraubt. Dünne Kabel können schon jetzt nach hinten geführt werden.

7



Die Stromstecker für Prozessor und Mainboard können wir nun auch anschließen

8

Die Belegung der Anschlüsse für das Front-Panel am Gehäuse lässt sich am Mainboard ablesen.

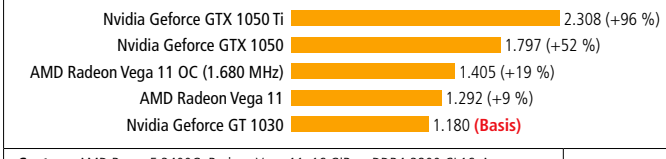
9

Zuletzt bauen wir die SSD ein. Diese wird dann mit dem SATA-Kabel am Mainboard und dem SATA-Stromstecker vom Netzteil verbunden.

Der Preisbrecher-PC: Benchmarks und Tuning

3D Mark Timespy

3DMark Timespy

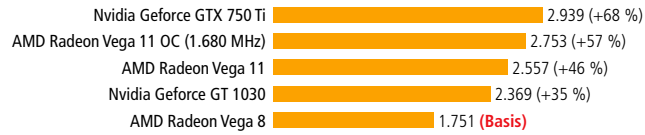


System: AMD Ryzen 5 3400G; Radeon Vega 11; 16 GiByte DDR4-3200 CL16; Asus A320M-A **Bemerkungen:** Mithilfe des 3DMark lässt sich die Leistung gut vergleichen. Durch eine manuelle Übertaktung können wir bis zu zehn Prozent mehr Leistung erreichen.

Punkte ▶ Besser

Unigine Superposition

Unigine Superposition, 1080p, medium

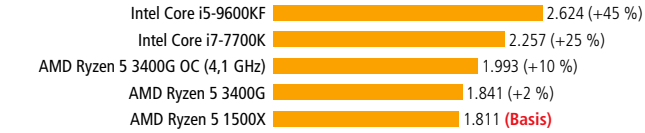


System: AMD Ryzen 5 3400G; Radeon Vega 11; 16 GiByte DDR4-3200 CL16; Asus A320M-A **Bemerkungen:** Hier schneidet die integrierte Vega-GPU eher schlecht ab. Die Leistung liegt aber dennoch etwas überhalb einer Geforce GT 1030.

Punkte ▶ Besser

Cinebench R20 Multi Core

Cinebench R20 Multi Core



System: AMD Ryzen 5 3400G; Radeon Vega 11; 16 GiByte DDR4-3200 CL16; Asus A320M-A **Bemerkungen:** Der Prozessorteil des 3400G ist nicht sonderlich schnell und wird selbst von älteren CPUs teilweise deutlich geschlagen.

Punkte ▶ Besser

Der fertige PC sieht zwar nicht so spektakulär wie so manches High-End-System aus, ist aber ansehnlich und hat sogar ein Echtglas-Seitenteil.

Um das angepeilte Limit von rund 400 Euro nicht zu stark zu überschreiten, haben wir uns für ein System mit einem Ryzen 5 3400G mit Vega-11-Grafikeinheit entschieden. Wir verwenden 16 GiByte RAM mit DDR4-3200-Geschwindigkeit für mehr Grafikleistung, da der Arbeitsspeicher bei APUs auch als Grafikspeicher dient. Das Ganze wird kombiniert mit einem A320-Mainboard, einer 240 GByte großen SATA-SSD und einem Netzteil mit 300 Watt. Platz finden die Komponenten in einem Deepcool-Matrex-30-Gehäuse, einem der günstigsten Modelle mit Glas-Seitenteil.

So testen wir

Natürlich können wir diesen PC nicht testen wie einen High-End-Rechner. In anspruchsvollen Spielen würden wir teils einstellige Bildraten erzielen, deshalb haben wir uns auf ältere Titel beschränkt. GTA 5 und The Witcher 3 sind hier sehr gute Beispiele, die trotz ihres Alters noch gut aussehen und selbst auf diesem System gut laufen. Battlefield 5 ist dagegen ein Titel, der mit nur Einschränkungen gut funktionierert. Bei den Anwendungen haben wir uns auf Cinebench, Adobe Premiere sowie PC Mark 10 beschränkt, um eine gute Vergleichbarkeit zu bieten.

Tipp 1 Overclocking und Tuning

Trotz des Boxed-Kühlers und A320-Mainboards können wir die Leistung leicht hochschrauben, auch wenn wir uns nach den Budget-Gegebenheiten richten müssen.

- Den CPU-Teil der APU können wir nur geringfügig übertakten, da uns in diesem Fall der mitgelieferte Kühler limitiert. Der 3400G hat standardmäßig einen Takt von 3,7 bzw. 4,2 GHz, je nach Last. Mit unserem Mainboard ist es möglich, den Takt etwas anzuheben. Zwar unterstützen A320-Mainboards offiziell kein Overclocking, dennoch ist es möglich, den Basistakt auf 4,1 GHz zu erhöhen, ohne die Spannung zu stark anheben zu müssen und die Spannungsversorgung zu überlasten. Gerade bei unserem Mainboard ohne Kühler auf den VRMs ist das ein wichtiger Punkt.
- Die GPU-Frequenz können wir auf 1.680 MHz anheben. Zwar ist der prozentuale Leistungszuwachs nicht so hoch wie die Veränderung in der Frequenz, dennoch zählt hier jedes Fps.
- Die Speicherlatenz des Speichers können wir von CL 16-18-18-36 auf CL 15-15-15-32 senken. Dadurch erreichen wir im CPU-Limit eine höhere Leistung als zuvor. Die Frequenz lässt sich wegen des A320-PCH nicht über DDR4-3200 anheben.

Tipp 2 Anpassen der Lüfterkurven

Wer nicht übertakten möchte, kann das System leiser laufen lassen. Zu diesem Zweck muss die Lüfterkurve abgeflacht werden. Gerade die Gehäuselüfter können im Leerlauf deutlich langsamer drehen. Das Asus-Mainboard erlaubt eine Senkung auf 60 Prozent bis 65 Grad CPU-Temperatur. Beim CPU-Lüfter dagegen ist etwas weniger möglich, dieser ist bei 50 Prozent bereits ziemlich leise.

Spieleleistung

Wie bereits erwähnt, wird es in vielen neuen Titeln schwierig, spielbare Bildraten zu erzielen, auch wenn man die Einstellungen drastisch reduziert. Dennoch gibt es auch aktuelle Spiele, die auf dem Spar-PC ordentlich laufen. Gute Beispiele hierfür sind F1 2020, Desperados 3 oder Battlefield 5. Wer die CPU etwas übertaktet, kann beispielsweise in F1 über 60 Fps bei niedrigen und über 40 Fps bei hohen Einstellungen erreichen. Bei BF5 schaffen wir es dagegen nicht über 40 Fps trotz niedriger Details. Bei E-Sports-Titeln wie Overwatch müssen wir ebenfalls Einstellungen reduzieren, dennoch kann der PC in Full HD mit rund 60 Fps ein flüssiges Spielerlebnis bieten. Ältere Titel wie The Witcher 3 oder GTA 5 laufen ebenfalls. Aber auch hier muss man

Kompromisse eingehen, gerade der Hexer läuft selbst mit niedrigen Einstellungen in Full HD nur mit rund 30 Fps. Wer also erste Erfahrungen am PC sammeln möchte, kann sich in beliebten Spielen ausprobieren und dazu noch die Vorteile gegenüber Konsolen genießen – sei es Modding oder einfach nur die Vielseitigkeit eines PCs. Wer aber nur spielen möchte, kann auch über eine Konsole wie Xbox Series X nachdenken, da sie schlichtweg besser auf bestimmte Titel optimiert sind.

Anwendungsleistung

Mit dem Ryzen 5 3400G steckt in diesem System ein Quadcore mit SMT, ergo ein 8-Thread-Prozessor. Zwar basiert der CPU-Teil der APU noch auf Zen+, ist also bereits zwei Generationen alt, kann aber dennoch alle Anwendungen stemmen. Natürlich sind Surfen, das Anschauen von Videos und Office-Programme gar kein Problem. Geht es hingegen an aufwendige Foto-, oder Videobearbeitung, kommt das System schnell ins Stocken. Das liegt unter anderem daran, dass etwa Premiere Pro mit der integrierten Grafik nur eine recht langsame oder gar keine Hardwarebeschleunigung nutzen kann. Hierfür wäre eine dedizierte Grafikkarte als Nachrüstoption sinnvoll.

Alternativkonfigurationen

Alternativ zu unserer APU-Konfiguration bietet sich ein Ryzen 3 3100 zusammen mit einer Geforce GT 1030 oder einer anderen gebrauchten Grafikkarte an. Mit der GT 1030 lassen sich ähnliche Werte erzielen wie mit dem APU-System und der Ryzen 3 3100 liefert dank SMT und einer verbesserten Architektur, die auf Zen 2 basiert, deutlich mehr Leistung. Greifen Sie auf Gebrauchtware zurück, empfiehlt sich beispielsweise eine effiziente und halbwegs bezahlbare GTX 1050 Ti. Triple-A-Spiele wie Cyberpunk 2077 sind damit einigermaßen spielbar.

Upgrade-Möglichkeiten

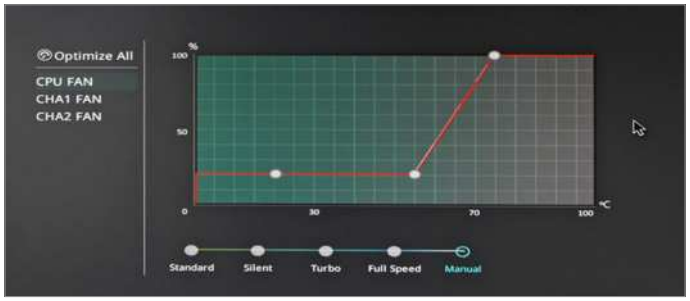
Wer nach ein paar Monaten etwas Geld auf der hohen Kante hat und doch gerne aktuelle Titel spielen möchte, kann dieses System natürlich aufrüsten – der Hauptvorteil des PCs gegenüber Konsolen. Eine stärkere Grafikkarte brächte ausgehend von der Basis den größten Leistungsprung, etwa eine GTX 1650 Super. Diese benötigt zwar meist einen 6-Pol-Stromstecker, den unser Spar-Netzteil nicht aufweist, ein Adapter löst das Problem jedoch. Dank der relativ geringen Leistungsaufnahme der GTX 1650S stellt die Mehrbelastung kein großes Problem für das 300-Watt-Netzteil dar. Alle Upgrade-Pfade darüber bedürfen auch einen stärkeren Stromspender. Mindestens 400 Watt werden für eine GTX 1660 oder RX 5500 XT und einen Ryzen 3 3100 oder Ryzen 5 3600 fällig. Diese Komponenten verbrauchen zwar zusammen nicht mehr als 300 Watt, wir empfehlen aber nicht, mehr als einen Adapter für einen 6-Pol-Anschluss zu verwenden. Schlimmstenfalls kann die Überlastung einer 12-Volt-Ader zu einem Kabelbrand führen. Das ist zwar unwahrscheinlich, kann bei falscher Verkabelung mit mehreren Adaptern aber vorkommen. Andere Komponenten, wie eine zusätzliche Festplatte (HDD) als Datengrab oder ein besser ausgestattetes Mainboard mit einem besseren PCH, der auch neue Prozessoren unterstützt, zählen zu den Maßnahmen, die im Falle eines plötzlichen Geldsegens infrage kommen. Wer direkt zum Start etwas mehr als das von uns genannte Budget zur Verfügung hat, sollte aber vielleicht doch über die genannten Alternativkonfigurationen nachdenken. Diese sind zwar etwas teurer, bieten aber oft ein wesentlich besseres Preis-Leistungs-Verhältnis. *(wt)*

Fazit PCGH

APU-Systeme als Alternative?

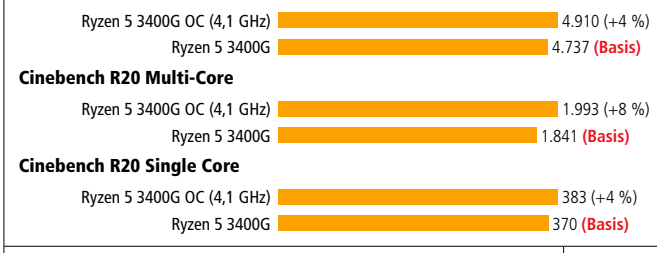
Ja, und nein. In der aktuellen Situation ist eine APU eine sinnvolle Alternative. Pendelt sich der Markt wieder auf eine normale Situation ein, dürften Gaming-PCs mit APUs wieder fast komplett von der Bildfläche verschwinden, gerade weil es für nur wenig mehr Geld deutlich mehr Spieleleistung gibt.

F1 2020 (und 2021) ist ein Beispiel für aktuelle PC-Titel, die auch auf schwachen PCs gut laufen. Sogar in hohen Details erreichen wir spielbare Fps-Werte.



Im UEFI unseres Asus-A320-Mainboards können wir die Lüftersteuerung so verändern, dass der PC zumindest im Leerlauf fast lautlos arbeitet.

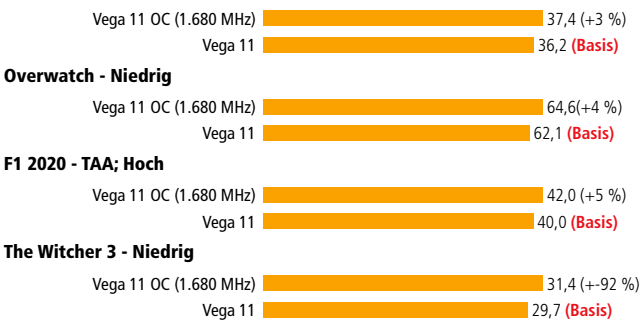
Synthetische Benchmarks: CPU



System: AMD Ryzen 5 3400G; Radeon Vega 11; 16 GiByte DDR4-3200 CL16; Asus A320M-A **Bemerkungen:** Unser manuelles Overclocking auf 4,1 GHz bringt nur relativ wenig Leistungszuwachs.

Punkte
▶ Besser

Gaming-Benchmarks in Full HD



System: AMD Ryzen 5 3400G; Radeon Vega 11; 16 GiByte DDR4-3200 CL16; Asus A320M-A **Bemerkungen:** Auch aktuelle Spiele laufen noch relativ gut, wenn auch mit niedrigen Einstellungen. F1 2020 ist mit mittleren Details flüssig spielbar.

Fps
▶ Besser

Mach deinen PC zu deinem Ruhepol.
Verbanne störenden Lärm aus deinem Leben, und entscheide dich jetzt für superleise be quiet! Hardware.

Erhältlich bei:
alternate.de · arlt.de · bora-computer.de · caseking.de
computeruniverse.net · conrad.de · hiq24.de · e-tec.at
galaxus.ch · mindfactory.de · notebooksbilliger.de · reichelt.de

Bild: EyeWire InfoTech

Einsteiger-Gaming-PC

Wir stellen Ihnen einen Gaming-PC vor, der aktuelle Spiele in Full-HD-Auflösung und in hohen Details flüssig darstellen kann, ohne dass Sie einen Kredit aufnehmen müssen.

Einsteiger-Gaming

Preise: Stand 01.09.2021

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor	Intel Core i5-10400F	€ 130,-
CPU-Kühler	Be Quiet Pure Rock 2	€ 30,-
Gehäuse	Be Quiet Pure Base 500	€ 70,-
Grafikkarte (Nvidia)	Nvidia Geforce GTX 1660 Super	€ 470,-
Mainboard	Asus TUF B460-Plus	€ 115,-
Arbeitsspeicher	16 GiByte G.Skill Aegis DDR4-3000 CL16	€ 75,-
SSD	Samsung SSD 980 1 TByte	€ 120,-
Netzteil	Be Quiet Pure Power 11 500 Watt CM	€ 70,-
Gesamtpreis (ab)		**€ 1.080,-**

Alternativ-Komponenten

- **Fallen die GPU-Preise in der Zukunft wieder, wäre die RTX 3060 zur UVP oder etwas darüber ein ausgezeichnetes Upgrade.**
- **Ein B560-Board bietet Speicher-OC und mehr Aufrüstmöglichkeiten.**

Für diejenigen, die trotz relativ hoher Anschaffungspreise planen, ein neues Gaming-System aufzubauen, stellen wir hier einen Beispiel- Rechner für etwas mehr als 1.000 Euro vor, mit dem aktuelle PC-Spiele kein Problem darstellen sollten.

Was sollte ein Gaming-PC können?

Wer aktuelle Grafikbomben wie Cyberpunk 2077 flüssig spielen möchte und noch einen PC nutzt, der schon ein paar Jahre auf dem Buckel hat, der schaut oft in die Röhre und muss entweder die Einstellungen oder Auflösung soweit herunterdrehen, dass die Optik stark in Mitleidenschaft gezogen wird. Deswegen sollte ein neu zusammengebauter Rechner auch mit aktuellen Titeln kein Problem haben – das sichert automatisch einen Puffer für die Zukunft. Ein Minimum stellt gängige Full-HD-Auflösung dar. Zwar gibt es etliche Monitore mit WQHD und UHD, dennoch ist 1.920 × 1.080 immer noch am weitesten verbreitet. Dabei sollte es möglich sein, Einstellung auf ein hohes Niveau zu setzen ohne dass die Bildraten zu drastisch einbrechen. Als Ziel gelten hier meist 60 Fps. Diese werden zwar mit unserer Konfiguration und den maximalen Einstellungen in einigen Titeln nicht erreicht, dennoch kann mit ein paar Tricks nachgeholfen werden; sei es das Reduzieren der Settings, das Overclocking der Komponenten oder schlichtes Optimieren im UEFI-Menü oder dem Betriebssystem.

Nvidia GTX 1660 Super

Die Mittelklasse-Grafikkarte mit genug Leistung für Full HD gibt es zu einem verhältnismäßig akzeptablen Preis.

Die 16er-Serie der Nvidia-Karten ist zwar schon seit einiger Zeit auf dem Markt, bietet aber gerade in der aktuellen Hochpreis-Situation noch einen guten Kompromiss aus Preis und Leistung, vor allem im Vergleich zu anderen Modellen. Bereits im ersten Test konnte uns die ursprünglich für 200 Euro erhältliche Karte überzeugen. Sie erziele in unserem Benchmark-Parcours in fast allen Titeln spielbare Bildraten in Full-HD-Auflösung und sehr hohen Details. Auch aktuelle Titel wie Cyberpunk 2077 sind mit über 50 Fps flüssig spielbar. Einzig auf Raytracing oder DLSS muss man bei einer GTX 16 verzichten, was gerade als Übergangsmodell aber verschmerzbar ist.

Intel Core i5-10400F

Hohe Leistung zu einem geringen Preis – das ist beim 10400F ein großes Argument für den Kauf

Eine elementare Komponente bei einem Gaming-PC ist natürlich die CPU. Der in diesem Fall gewählte i5-10400F bietet dank sechs Kernen und zwölf Threads eine sehr gute Leistung für einen Preis von nur 140 Euro. Das hat er vor allem dem Hyperthreading zu verdanken, welches bei der 1000er-Reihe auch in den i5-Prozessoren Einzug erhielt. Die Gaming-Leistung liegt dabei auf dem gleichen Niveau wie beim Ryzen 5 3600, der allerdings 20-30 Prozent teurer ist. Seit dieser Generation ist aber nicht nur die Leistung in Spielen sehr gut, sondern auch in Anwendungen zeigt sich der 10400F durchaus flott: Videobearbeitung in Full HD stellt den Prozessor vor keine allzu großen Herausforderungen, auch wenn es bei UHD-Material schon mal zu Einschränkungen kommen kann. Auch 3D-Rendering ist natürlich in geringem Umfang möglich, wenngleich hier natürlich Abstriche gemacht werden müssen. Das ist bei einer so günstigen CPU aber zu erwarten.

Asus TUF B460-Plus

Das solide Einsteiger-Mainboard bietet allen nötigen Anschlüsse und einen B460-PCH (Platform Controller Hub).

Passend zum Core-i5 braucht unser Einsteiger-PC noch ein entsprechendes Mainboard. Der B460-PCH erweist sich daher als guter Kompromiss aus Funktionalität, Anschlussvielfalt und einem geringen Preis. Da wir Features wie Overclocking für unseren Prozessor ohne K-Suffix sowieso nicht benötigen, ist Intels Z490-Chip nicht sinnvoll und der H470 noch etwas zu teuer. Letztendlich fiel die Wahl auf das Asus TUF B460-Plus, ein ATX-Mainboard das neben der ganz normalen PCI-Express Anschlussvielfalt noch zwei M.2-Slots mit PCI-E-3.0-×4-Anbindung und sechs USB-3.0-Anschlüsse auf der Rückseite bietet. Die Hauptplatine bietet eine robuste CPU-Spannungsversorgung mit groß dimensionierten Kühlern. Das Aufrüsten eines stärkeren Prozessors mit höherer Leistungsaufnahme wäre daher ebenfalls kein Problem. Abstriche muss man dennoch machen. Bei diesem PCH ist kein RAM-Overclocking und somit nur DDR4-2666 möglich.

Be Quiet Pure Power 10

Mit dem Pure Power 10 in der 500-Watt-Version bietet Be Quiet eine gute Netzteiloption für preisbewusste Nutzer an.

Auch in der 10er-Generation konnte uns das Pure Power überzeugen und in unseren Tests mit guten Messwerten und einer geringen Lautheit im Vergleich zur Konkurrenz punkten. Zwar gibt es freilich noch bessere Modelle, mit einer 80-Plus-Gold-Effizienz, modularen Kabeln und genügend Anschlüssen für aktuelle Komponenten stellt der Stromspender aus der 500-Watt-Klasse aber ein gutes Mittelklasse-Modell dar. Es kann unser System mit dem Core i5-10400F und der Geforce GTX 1660 Super ohne Probleme mit Strom versorgen. Zwar hätten wir auch auf die 400-Watt-Version zurückgreifen können, damit würden wir aber die zukünftigen Aufrüstmöglichkeiten einschränken, denn aktuelle Grafikkarten wie die RTX 3070, die ein gutes Upgrade darstellen würde, benötigen bereits allein 220 Watt in der Basisausführung und 250 Watt oder sogar mehr, wenn man ein stark übertaktetes Modell verwenden möchte.

G.Skill Aegis DDR4-3000

Die Aegis-Reihe ist mit 75 Euro für ein 16-GiByte-Kit aktuell sehr günstig und bietet trotzdem DDR4-3000.

Zwar sind wir mit unserem gewählten B460-Mainboard auf einen Takt von DDR4-2666 limitiert, wer sich aber mit dem Speicher-Tuning etwas befasst, kann hier dennoch etwas Leistung herausholen. Betreiben wir unsere günstigen Aegis Module mit einer niedrigeren Taktrate, haben wir Luft, die Latenzen zu senken. Standardmäßig läuft dieses Kit mit CL16, was der Mittelklasse entspricht, zahlt man mehr, gibt es auch Kits, die bei diesem Takt mit CL14 laufen. Es gibt aber nur wenige DDR4-2666-Module die eine deutlich geringere garantierte Latenz aufweisen. Deswegen besteht hier die Möglichkeit etwas zu tweaken und dem Kit noch ein Quäntchen mehr Leistung zu entlocken. Darüber hinaus bietet G.Skill hohe Qualität und gleichzeitig auch einen guten Support sowie lebenslange bzw. in Deutschland eine zehnjährige Garantie.

Be Quiet Pure Rock 2

Der Pure Rock 2 ist ein günstiger Kühler, der bis zu 150 Watt Abwärme abführen kann.

Für unseren Core i5 brauchen wir keine Wasserkühlung oder einen High-End-Luftkühler. Auch der relativ günstige Pure Rock 2 von Be Quiet kann den mit 65 Watt spezifizierten 10400F gut kühlen und kostet dabei nur rund 30 Euro. Dazu ist der verbaute Pure-Wings-Lüfter trotz des geringen Preises durchaus als leise zu bezeichnen. Es wäre natürlich auch möglich den bei der CPU mitgelieferten Boxed-Kühler zu verwenden um noch etwas Geld zu sparen. Diese Modelle sind aber in den meisten Fällen nicht sonderlich leistungsstark und können die Hitze meist nur unter hoher Lautheit abführen oder versagen zum Teil so weit, dass die CPU ihre Maximaltemperatur erreicht und so herunter taktet, was dazu führen kann, dass die Leistung in Spielen und Anwendungen einbricht. Je größer der Kühler ist, desto langsamer kann der verbaute Lüfter rotieren. Bei unserem Prozessor könnten wir mit besonders großen Modellen sogar komplett ohne Lüfter auskommen.

Samsung 980 1 TByte

Samsungs neue M.2-SSD mit PCI-Express liefert gute Leistung für einen relativ geringen Aufpreis zu SATA-SSDs.

Eine SSD ist für jeden PC mittlerweile Pflicht. Auch PCI-Express-Modelle im M.2-Format werden immer beliebter und vor allem günstiger. Mit der 980 bietet Samsung ein neues Modell mit guter Leistung auf dem Niveau der schnellsten PCI-E-3.0-Datenträger. Natürlich ließe sich hier ebenfalls Geld sparen, würden wir zur 870 Evo, einem herkömmlichen SATA-Modell greifen. Da der Unterschied mit rund 15 Euro aber nur sehr gering ist und der Unterschied in einigen Anwendungen durchaus spürbar ist, investieren wir lieber etwas mehr. Dazu bietet die 980 neben Transferraten von bis zu 3.500 MB/s eine sehr gute Leistung bei zufälligen Zugriffen von rund 500.000 IOPS. Wie viele andere Modelle hat auch sie eine Garantiedauer von fünf Jahren oder bis zu 600 Terabyte Schreibleistung. Um diese Grenze zu erreichen, müssten fünf Jahre lang täglich 330 Gigabyte auf die SSD geschrieben werden, was wohl kaum ein Nutzer bei einem 1 TByte-Datenträger erreichen dürfte.

Be Quiet Pure Base 500

Das Pure Base 500, Be Quiets Einsteiger-Modell mit guter Verarbeitung und Dämmung, gibt es ab rund 70 Euro.

Mit dem Be Quiet Pure Base 500 beweist Be Quiet, dass gute Gehäuse nicht unbedingt teuer sein müssen. Das Modell mit Echtglas-Seitenteil, welches wir gewählt haben, kostet rund 70 Euro und bietet dazu noch eine Dämmung an der rückwärtigen Seitenwand. Zudem sind zwei Lüfter verbaut, nämlich ein 140-Milimeter-Modell und ein 120er aus der günstigen aber dennoch leisen Pure-Wings-Reihe. Diese verhelfen zu guter Kühlleistung bei einer geringen Lautheit. Man sollte aber bedenken, dass es bei High-End-Hardware doch zu Problemen kommen kann. Zwar weniger wegen der Größe – dafür ist hier mit 19 Zentimetern Spielraum für CPU-Kühler und 369 Milimetern für die Grafikkarte gesorgt – aber bei der Kühlung. Diese ist für Komponenten mit einer sehr hohen TDP eher suboptimal.

Bauanleitung

1

Für den CPU-Einbau muss der Arm am Sockel mit Druck nach unten und rechts gelöst werden.

2

Anschließend kann der Prozessor eingesetzt werden. Die Kerben auf der Platine bestimmen die Einbaurichtung.

3

Dann kann der Speicher in die Slots 2 und 4 eingesetzt werden. Auch hier gibt die Kerbe die Richtung vor.

4

Der M.2-Slot befindet sich oft unter einer Abdeckung. In unserem Falle trifft das nicht zu. Die SSD wird lediglich eingesteckt und mit einer Schraube sicher gehalten.

5

Beim Einbau des Kühlers wird es komplizierter und unterscheidet sich je nach Modell. Die einzelnen Schritte sind in der Anleitung immer genau beschrieben.

6

Vor dem Einsetzen des Mainboards muss das I/O-Shield an der Gehäuserückseite verbaut werden. Dann kann das Board vorsichtig eingesetzt und mit den acht Schrauben befestigt werden.

7

Das Netzteil wird von hinten eingesetzt und wir können die Kabel gleich von hinten nach vorne führen und passend in die Anschlüsse vom Mainboard stecken.

8

Vor dem Grafikkarteneinbau sollten noch alle restlichen Anschlüsse wie die Front-Panel-Ports verbunden werden. Das genaue Layout der Anschlussblöcke ist in der Anleitung zu finden.

9

Die letzte Komponente ist die Grafikkarte. Nach dem Herausnehmen der Blenden wird diese in den obersten Slot gesteckt, an der Slot-Blende verschraubt und mit dem 8-Pol-Stecker vom Netzteil verbunden.

Benchmarks und Tuning

Cinebench R20 Multi-Core

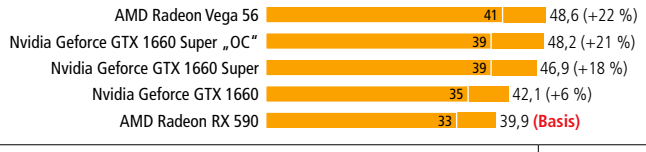
Cinebench R20 - Multi-Core

System: OC: 4,2 GHz Ring-Takt, freigeschaltete TDP, 2× 8 GiB G.Skill DDR4-3000 CL16 @ DDR4-2666 CL14, Asus B460 TUF Gaming; Windows 10 x64 **Bemerkungen:** Der schnellere R5 3600 ist teurer. Der 10400F ist dank Hyperthreading schneller als der 9600K.

Punkte
▶ Besser

Control (GPU-Benchmark)

Control – „Ray Way“ – 1.920 × 1.080, maximale Details, RTX aus

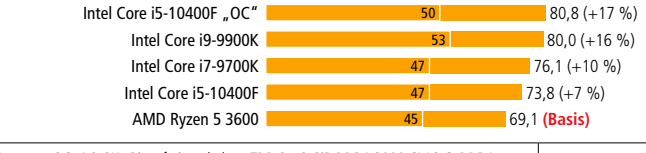


System: OC: +160 MHz GPU-Takt, +500 MHz Mem-Takt; Intel Core i5-10400F, 2× 8 GiByte DDR4-2666, Asus B460 TUF-Gaming **Bemerkungen:** Die 1660 Super ist deutlich schneller als die 1660 und kommt mit Overclocking an die Vega 56 heran.

P1 Ø Fps
▶ Besser

Cyberpunk 2077 (CPU-Benchmark)

Cyberpunk 2077 – „Overdrive“ – 1.280 × 720, niedrige Details



System: OC: 4,2 GHz Ring, freigeschaltete TDP, 2× 8 GiB DDR4-3000 CL16 @ DDR4-2666 CL14, Asus B460 TUF Gaming; Win 10 x64 **Bemerkungen:** Der optimierte 10400F ist dank hohen Ring-Takts, freigeschalteter TDP und CL14 auf Augenhöhe mit dem 9900K.

P1 Ø Fps
▶ Besser

Bei diesem System gibt es natürlich keine übertriebene RGB-Beleuchtung, dennoch (oder deswegen?) sieht das Gesamtkonzept stimmig aus.

Konfiguriert haben wir das System mit einem Intel Core i5-10400F, einer Mittelklasse-CPU, die dank sechs Kerne und zwölf Threads eine gute Gaming- und Anwendungsleistung abliefern kann. Dazu gesellen sich 16 GiByte DDR4-3000-Speicher, den wir auf unserem Asus TUF B460-Plus mit dem von Intel unterstützten Maximaltakt DDR4-2666 betreiben. Zur leisen Kühlung trägt der Be Quiet Pure Rock 2 bei und die Grafikkarte als wohl wichtigste Komponente, ist die Geforce GTX 1660 Super mit 6 GiByte Speicher. Daten speichern wir auf einer schnellen Samsung-980-M.2-SSD mit 1 TByte Speicher. Der Stromspender mit 500 Watt aus dem Hause Be Quiet verrichtet zudem mit 80 Plus Gold effizient und leise seinen Dienst. Alle Komponenten finden im gedämmten Be Quiet Pure Base 500 Platz.

So testen wir

Neben verschiedenen Spieletests wie Cyberpunk 2077 und Witcher 3 sowie dem E-Sports-Titel Overwatch, die für ein Gaming-System essenziell sind, zeigen wir auch die Leistung in synthetischen Benchmarks, um die Vergleichbarkeit zu anderen und älteren Systemen zu schaffen. Um auch kreative Köpfe zufrieden zu stellen, haben wir uns außerdem einen Parcours an Anwendungen ausgesucht: Premiere Pro für Videobearbeitung, Photoshop für Fotografen und Cinebench für 3D-Berechnungen. Für die Tests aus den Adobe-Suits helfen uns dabei die Setups von Puget Systems. Diese schaffen ein einheitliches Testfeld und auch hier eine gute Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Systemen.

Tipp Overclocking und Tuning

Natürlich testen wir das System nicht nur im Standard-Trim, sondern versuchen, das Ganze auch etwas zu optimieren, um noch einmal mehr Leistung aus unserer Konfiguration heraus zu kitzeln. Zwar sind wir mit dem B460-Mainboard und dem nicht übertaktbaren Prozessor etwas limitiert, dennoch gibt es hier noch Verbesserungspotenzial:

- Unsere GTX 1660 Super können wir mit Hilfe des MSI Afterburners um rund 150 MHz Kerntakt und 600 MHz Speichertakt übertakten.
- Bei der CPU schalten wir die TDP frei und reduzieren die CAS-Latenz des Speichers von 16 auf 14.

Im UEFI haben wir zusätzlich weitere Einstellungen vorgenommen. Den Ring-Multiplikator haben wir auf 42 festgesetzt, was die Spieleleistung beeinflussen kann. Dazu haben wir die Powerlimits von den standardmäßigen 65 Watt erhöht und der CPU so erlaubt, ihren Turbo-Takt dauerhaft auszunutzen.

Tipp Anpassung der Lüfterkurven

Zwar sind unsere Basiskomponenten von Be Quiet relativ leise, dennoch gibt es immer Optimierungspotenzial bei den Lüfterdrehzahlen. Diese sind oft höher angesetzt als es eigentlich nötig wäre. Gerade bei der GTX 1660 Super von EVGA, die wir hier als Beispiel nutzen, rotieren die Ventilatoren mit rund 2.000 U/min. Die Grafikkarte wird aber in den meisten Szenarien nur rund 63 Grad warm. Hier lässt sich die Drehzahl also etwas reduzieren. Beim CPU-Kühler kann man mit einer ähnlichen Taktik vorgehen und die Drehzahl unter geringer Last verringern. Unser Asus-Mainboard lässt allerdings keine Reduktion über 65 Grad zu und somit bleibt dessen Lautheit unter Volllast gleich. So wird unser Gesamtsystem von 1,9 Sone etwas leiser und erreicht mit den genannten Optimierungen 1,6 Sone aus 50 cm Entfernung.

Spieleleistung

In unseren Tests mit Control, Cyberpunk 2077 und The Witcher 3 erreicht das System zwar spielbare Bildraten von deutlich über 30 Fps, bricht aber bei den Minimalwerten oft auf unter 30 ein. Das ist vor allem in grafisch aufwendigen Titeln der Fall. Wer hier etwas mehr

möchte, sollte also die Details auf eine niedrigere Stufe reduzieren. Raytracing ist wegen der GTX 1660 Super sowieso keine Option. In E-Sports-Titeln dagegen macht der PC eine gute Figur. Bei Overwatch erreichen wir sogar in der Detailstufe „Episch" fast 100 Fps in Full HD mit 150-prozentiger Auflösung. Mit niedrigen Details steigt die Leistung auf rund 160 Fps. Mit dem optimierten System erreichen wir rund 8-10 Prozent mehr Leistung in grafiklimitierten Szenarien und 3-5 Prozent mehr im CPU-Limit bei Cyberpunk und Overwatch. Diese Werte sind nicht weltbewegend, können aber einen fühlbaren Unterschied ausmachen.

Anwendungsleistung

Natürlich darf man auch in Anwendungen nicht zu viel von einer 140-Euro-CPU wie dem i5-10400F erwarten. Gerade Prozessoren mit mehr Kernen erreichen hier eine deutlich höhere Leistung, kosten aber auch signifikant mehr. Der direkte Konkurrent Ryzen 5 3600 schlägt den 10400F in Anwendungen leicht. Gerade beim Rendern in Cinebench ist er etwas schneller als das Intel-Gegenstück. Bei Anwendungen wie Premiere müssen natürlich ebenfalls Kompromisse eingegangen werden. Wer 4K-Videos mit 60 Fps bearbeiten möchte, ist hier natürlich an der falschen Stelle. Dennoch meinen wir, dass auch ein günstiger Prozessor in diesem Feld noch bis zu einem gewissen Grad ausreichen kann. Full-HD-Videos bearbeiten stellt kein Problem dar und auch einfaches Schneiden von 4K-Material stellt den i5 vor keine allzu große Herausforderung. Wer dieses System aber oft für aufwendige Bildbearbeitung oder Videoschnitt nutzen möchte, sollte über ein Upgrade nachdenken.

Upgrade-Möglichkeiten

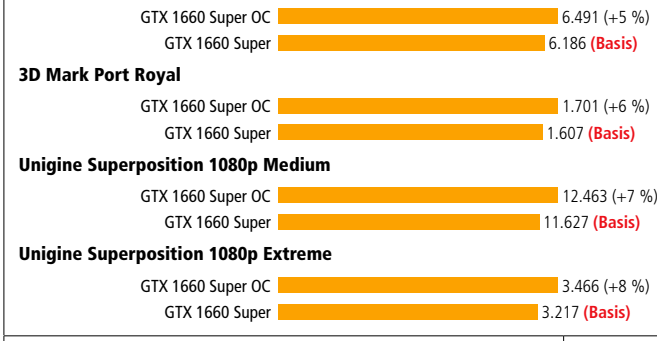
Womit wir bereits bei unserem letzten Punkt sind: Wie sieht es in der Zukunft mit diesem System aus? Die erste Achillesferse ist natürlich die Grafikkarte. Die GTX 1660 Super war bereits zum Erscheinen Mitte 2019 nicht das schnellste Modell und das spürt man im Jahr 2021. Gerade Next-Gen-Titel bringen die Karte auch in relativ geringen Auflösungen an ihre Grenzen. Aufgrund des Releases der neuen Konsolen Playstation 5 und Xbox Series X Ende 2020 stellen neue Spiele immer höhere Anforderungen. Wir würden daher eigentlich die Anschaffung einer RTX 3060 mit 12 GiByte Grafikspeicher empfehlen. Diese ist gut für die Zukunft gerüstet und hat deutlich mehr Leistung, ist aber in der aktuellen Marktsituation kaum zu bekommen oder sehr teuer.

Auf Prozessorseite wird der Core i5-10400F zwar auch die nächsten Jahre noch gut ausreichen, wer aber gern kreativ wird und 3D-Modelle erstellt, Videos schneiden oder Bilder bearbeiten möchte, dem empfehlen wir den Griff zum Core i7-10700 oder i7-11700 (je nach Präferenz mit K- oder F-Suffix). Diese Prozessoren liefern dank acht Kernen und einem deutlich höheren Takt sowie einer besseren Pro-MHz-Leistung im Falle des 11700 noch einmal eine wesentlich bessere Anwendungsleistung. Wer sich dabei für die elfte Core-Generation entscheidet, benötigt trotz des gleichbleibenden Sockels, ein Mainboard aus der 500er-Serie mit einem H510-, B560-, H570- oder Z590-PCH. Diese unterstützen sowohl neue 11000er-CPUs als auch die älteren 10000er-Modelle. Wer also etwas in zukünftige Kompatibilität investieren möchte, kann das hier ebenfalls tun. Zudem ermöglicht B560 auch Speicher-Overclocking bei vielen Modellen, wodurch die Leistung in Anwendungen oder bei manchen Spielen noch einmal minimal gesteigert werden kann. *(wt)*

Fazit PCGH

Günstige Gaming-PCs sinnvoll?
Auch in der aktuellen Situation kann man noch Einsteiger-PCs zum Spielen zusammenbauen, allerdings muss man natürlich bei der Leistung Kompromisse gegenüber normalen Marktverhältnissen eingehen. Dennoch kann man mit einem System wie diesem problemlos alles zocken.

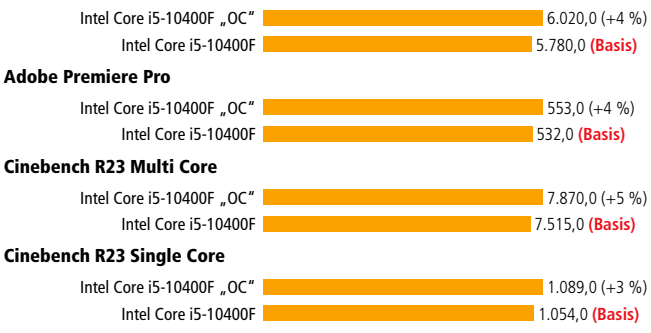
Synthetische GPU-Benchmarks



System: OC: 4,2 GHz Ring-Takt, freigeschaltete TDP, 2× 8 GiB DDR4-3000 CL16 @ DDR4-2666 CL14, GPU +150 MHz Mem: +600 MHz; i5-10400F; Asus B460 TUF, GTX 1660 Super
Bemerkungen: Leistungsplus von 5 bis 8 Prozent mit übertakteter Grafikkarte.

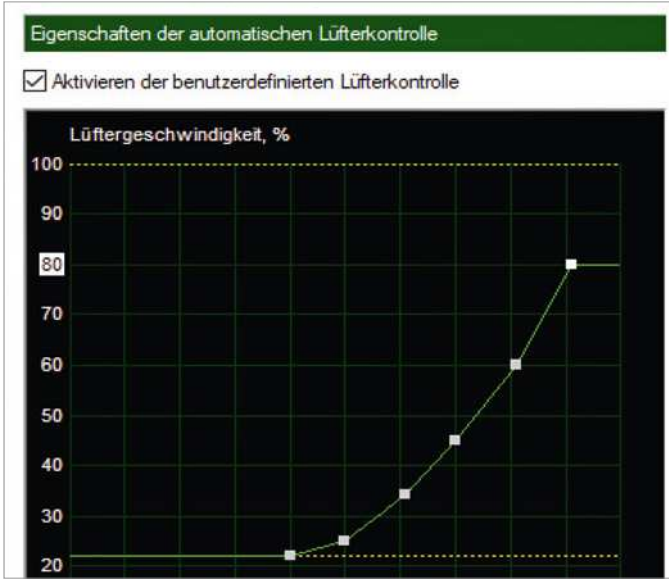
Punkte ▶ Besser

CPU-Benchmarks: Anwendungen



System: OC: 4,2 GHz Ring-Takt, freigeschaltete TDP, 2× 8 GiB DDR4-3000 CL16 @ DDR4-2666 CL14, GPU +150 MHz Mem: +600 MHz, Asus B460 TUF, GTX 1660 Super **Bemerkungen:** Leistungsplus von 3-5 Prozent durch Ring-Takt, TDP und Speicher-Latenzen.

Punkte ▶ Besser



Durch die Optimierung der Lüfterkurve wird die von uns verbaute GTX 1660 Super von EVGA deutlich leiser, dafür aber etwas wärmer.

Bild: EyeWire InfoTech

Gehobener Mittelstand

Im Folgenden stellen wir einen Gaming-PC mit einer möglichst ausgeglichenen Hardware-Konfiguration vor, der sowohl fürs Gaming als auch für den anspruchsvollen Videoschnitt taugt.

Mittelklasse-PC

Preise: Stand 01.09.2021

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor	AMD Ryzen 7 5800X	€ 410,-
CPU-Kühler	Be Quiet Dark Rock 4	€ 60,-
Gehäuse	Corsair 5000X RGB	€ 190,-
Grafikkarte	AMD Radeon RX 6700 XT	€ 480,-*
Mainboard	Gigabyte B550 Aorus Master	€ 250,-
Arbeitsspeicher	Crucial Ballistix 32 GiByte DDR4-3600 CL16	€ 200,-
SSD	Adata Spectrix S40G 1 TByte M.2 NVME	€ 130,-
Netzteil	Seasonic Prime 650 Watt 80+ Platinum	€ 190-
Gesamtpreis (ab)		**€ 1.930,-**

Schmerzhafte Preisschwankungen

***Die RX 6700 XT ist zu diesem Preis im AMD-Shop erhältlich. Meist ist es aber unmöglich, dort die Scalper zu schlagen. In anderen Shops kostet sie deutlich mehr Geld. Wir drücken die Daumen.**

Wie beim Preisbrecher- und Einsteiger-PC machen wir es uns auch hier zur Aufgabe, eine harmonierende und dabei bezahlbare Kombination zusammenzustellen.

Dieser Rechner soll gut für WQHD-Gaming oder Spiele in Full-HD mit hohen Bildraten geeignet sein. Aus diesem Grund haben wir weder an der Grafik- noch an Prozessor-Leistung gespart. Da die anderen Komponenten neben der Radeon RX 6700 XT und dem Ryzen 7 5800X auch stimmen müssen, haben wir uns für 32 GiByte DDR4-3600-Speicher, ein gut ausgestattetes B550-Mainboard mit Spielraum für Overclocking und guter Kühlung entschieden. Aber auch die Optik kommt hier nicht zu kurz. Das Corsair-Gehäuse macht dank RGB-Beleuchtung einiges her und ist gleichzeitig sehr hochwertig. Dazu passend setzen wir auf einen komplett schwarzen Be-Quiet-CPU-Kühler, den Dark Rock 4. Um die Stromversorgung kümmert sich ein Seasonic-Netzteil aus der High-End-Serie Prime mit 650 Watt und 80+-Platin-Effizienz. Für genug Speicherplatz ist mit einer M.2-SSD aus dem Hause Adata und einer Kapazität von 2 TByte gesorgt. In dieser Konfiguration sparen wir also nicht an jeder Ecke Geld ein, sondern geben etwas mehr aus, da es auch mehr Leistung bringt, zukunftssicherer ist und gleichzeitig schön aussieht. Allerdings lässt sich dieser PC bei gleicher Leistung etwas günstiger zusammenstellen – dazu kommen wir bei den Alternativ-Komponenten.

AMD Ryzen 7 5800X

Dank Preissenkung ist der 5800X unsere Empfehlung für gute Spiele- und Anwendungsleistung zugleich.

Der 5800X bietet mit seinen acht Kernen und einem Takt von bis zu 4,7 GHz eine sehr gute Leistung in Anwendungen und kann in Spielen sogar den neueren Core i7-11700K, dem wir eine sehr gute Gaming-Leistung attestiert haben, abhängen. Darüber hinaus ist er mittlerweile für rund 400 Euro erhältlich, was ihn etwa genauso teuer wie die Intel-Pendants 11700K oder 11700KF macht. Außerdem begnügt sich AMDs Achtkerner mit deutlich weniger Strom als die Rocket-Lake-Architektur von Intel. Das zeigt sich auch in unserem Effizienz-Test. Overclocking ist hier zwar auch möglich, wegen der bereits hohen Taktraten aber nur bedingt fühlbar. Hier ist es besser, schnelleren RAM zu verwenden.

AMD Radeon RX 6700 XT

Als Konkurrent zu Nvidias 3060 Ti kann die 6700 XT mit mehr Speicher und damit Zukunftssicherheit punkten.

Die Radeon RX 6700 XT ist ein direkter Konkurrent zur Geforce RTX 3060 Ti. Was die 6700 XT in unseren Augen aber so gut macht, ist ihr Speicher-Bonus von 12 GiByte, durch den sie in einigen Spielen und 4K-Auflösung deutlich an so mancher Acht-Gigabyte-Karte vorbeiziehen kann und damit vermutlich etwas zukunftssicherer ist. Denn wenn sich der Trend so fortsetzt, benötigen neue Spiele immer mehr Grafikspeicher. Auch bei Leistungsaufnahme und Lautheit ist die 6700 XT genügsam. Bereits das Referenzdesign ist leise und kann die 230 Watt gut im Zaun halten. Einzig die Raytracing-Leistung konnte uns im Test nicht überzeugen. Hier hängt AMD immer noch ein gutes Stück hinter der jeweils preislich ähnlichen Nvidia-Karte. Eventuell können neue, besser optimierte Spiele diese Lücke künftig reduzieren.

B550 Aorus Master

Das B550 Aorus Master kombiniert eine umfangreiche Ausstattung, Erweiterbarkeit und gute Kühlung.

Der B550-Hub ist zwar dem X570 untergeordnet, bietet aber trotzdem alles, was die meisten Nutzer brauchen. Darüber hinaus ist der B550, anders als der X570, passiv gekühlt. Beim Aorus Master hat Gigabyte besonders viel Wert auf eine gute Spannungsversorgung und Kühlung gelegt: 16 Phasen und ein Kühler mit Aluminium-Lamellen ermöglichen sehr gute Ergebnisse bei Kühlung und Overclocking. Dazu gibt es reichlich Anschlüsse und Wifi 6. Auch die PCI-Express-Konnektivität ist gut. Neben drei herkömmlichen x16-Slots, die mit x16 und zweimal x4 angebunden sind, hat Gigabyte noch drei M.2-Steckplätze verbaut. Einer davon bietet Unterstützung für PCI-Express-4.0-SSDs, die anderen beiden können je nach Bestückung der anderen Slots auch PCI-Express-SSDs gemäß 3.0-Standard aufnehmen. Um den Onboard-Sound kümmert sich der ALC1220 von Realtek. Für 250 Euro bietet diese Hauptplatine also ein gutes Gesamtpaket.

Crucial Ballistix

32 Gigabyte sind bei einem solchen System empfehlenswert. DDR4-3600 ist zudem nicht allzu teuer und recht schnell.

Ryzen 5000 profitiert vor allem im CPU-Limit von schnellem Speicher, weshalb wir empfehlen, mindestens DDR4-3200 zu verwenden. In diesem Fall haben wir uns gleich für DDR4-3600 CL16 entschieden, da der Preisunterschied nur relativ gering ist. Dazu sind 32 GiByte sinnvoll. Zwar reichen 16 GiByte aktuell vollkommen für Gaming aus, wer dann aber doch einmal Videos schneiden oder streamen möchte, für den könnte es da schon etwas eng werden. Dazu können die Crucial Ballistix mit einem schlichten, schwarzen Kühler überzeugen. Wer RGB-Beleuchtung haben möchte, für den hat Crucial noch eine andere Variante im Programm. Die LEDs lassen sich dann über die Mainboard-Software steuern. Leider sind die DRAM-Preise in den letzten Monaten stark gestiegen, weshalb dieses Kit nun bereits an der 200-Euro-Marke kratzt. Eine gute Möglichkeit zu sparen, wären 16 GiByte zu wählen und später noch einmal zwei 8er-Riegel desselben Typs dazu zu stecken.

Be Quiet Dark Rock 4

Der Dark Rock 4 sieht nicht nur schick aus. Auch die Kühlleistung und Lautstärke des schwarzen Schönlings überzeugen.

Da wir bei diesem System auch etwas Wert auf die Optik legen, haben wir uns für das zweitgrößte Kühler-Modell von Be Quiet entschieden, den Dark Rock 4. Der Vorteil gegenüber der Pro-Variante ist die bessere Speicherkompatibilität und der etwas geringere Preis. Außerdem erleichtert die geringere Größe den Einbau und vor allem das Verbinden des 8-Pin-CPU-Stromanschlusses. Die Leistung des Dark Rock 4 haben wir in unserem Test bereits als gut bewerten können. Niedrigere Temperaturen und eine geringe Lautheit überzeugen im Vergleich zu den meist lauteren AIO-Wasserkühlungen. Außerdem weiß Be Quiet, wie man in Sachen Optik punktet. Die Beschichtung auf den Lamellen zeichnen ein klares Bild. Für rund 60 Euro kann man sich nicht beklagen. Die Pro-Variante gibt es für rund 80 Euro.

Corsair Icue 5000X RGB

Die neue 5000er-Serie von Corsair kommt in drei Ausführungen. Wir haben uns für die verglaste RGB-Variante entschieden.

Mit der Vorstellung der 5000er-Gehäuseserie hat Corsair drei verschiedene Varianten eingeführt. Neben dem geschlossenen Modell gibt es auch eine auf Airflow fokussierte Variante und die Version mit Vollverglasung und drei RGB-Lüftern, für die wir uns entschieden haben. Im Test konnte das 5000X trotz geschlossener Front bereits mit guter Kühlleistung und hübscher Optik punkten, war allerdings etwas laut. Dem wirken wir entgegen, indem wir zusätzlich noch einen 140-Milimeter-Lüfter rückseitig verbauen um die Optik und das Kühlkonzept abzurunden. Dazu konfigurieren wir die Lüfter anhand der Steuerung auf unserem Mainboard so, dass sie auch unter Last noch leise bleiben, aber unsere Hardware trotzdem gut kühlen können. Weitere nennenswerte Features sind ein aufgeräumter Innenraum mit viel Platz für Hardware, eine Abdeckung für die rückseitig verstauten Kabel, zwei USB-3.0-Anschlüsse sowie ein Typ-C-Port an der Front.

Adata XPG Spectrix S40G

Die S40G ist neben der guten Leistung auch wegen ihres günstigen Preises im Vergleich zur Konkurrenz zu empfehlen.

Bei der SSD nutzen wir ein M.2-Modell mit PCI-Express-Anbindung. PCI-Express 4.0 bringt keinen wirklich spürbaren Geschwindigkeitsvorteil gegenüber der 3.0-Schnittstelle, welche die S40G nutzt. Lediglich der Durchsatz mit großen Datenmengen ist wesentlich beschleunigt. Ein solcher Kopiervorgang kommt aber eher selten vor. Ein Terabyte Kapazität ist sinnvoll, damit auch mehrere große Spiele gespeichert werden können, ohne dass gleich der Platz zur Neige geht. Ein weiterer Punkt ist die Art des Flash-Speichers. Hier handelt es sich um zeitgemäßen TLC-NAND, der etwas haltbarer und schneller ist als der billigere QLC-Flash. Ein DRAM-Cache ist auch empfehlenswert, da er die Flash-Zugriffe schont und damit die Lebensdauer der Zellen erhöht. Das von uns genutzte Modell verwendet TLC und zudem noch einen DRAM-Cache, um die bestmögliche PCI-E-3.0-Leistung zu erzielen. Außerdem macht sich der RGB-Kühler auf der SSD nicht im Preis bemerkbar.

Seasonic Prime 650W

Zwölf Jahre Garantie, 80+-Platinum-Effizienz und gute Ergebnisse – ein zuverlässiger Stromspender für alle Fälle.

Seasonic ist bekannt für solide Technik bei Netzteilen und konnte in der Vergangenheit konstant gute Ergebnisse abliefern. Mit der Prime-Serie wird der Erfolg fortgesetzt und die High-End-Reihe erzielt durch die Bank gute Werte bei Effizienz, Spannungsabfall und Ripple-Messungen. Auch die Lautheit ist meistens niedrig, auch wenn der Lüfter bei starker Belastung etwas aufdreht. Mit unserem System sind wir aber weit weg vom Limit dieses Modells und bewegen uns eher im Bereich 50 prozentiger Auslastung. Da bei der Prime-Serie auch ein Semipassiv-Betrieb möglich ist, wird der Lüfter bis zu dieser Lastschwelle Nicht-einmal anspringen müssen. Die vollständige Modularität ist darüber hinaus natürlich noch ein Bonus, der bei High-End-Netzteilen fast schon selbstverständlich ist.

Bauanleitung

1

Der Einbau der CPU ist denkbar einfach: Der Hebel wird umgelegt und die CPU anhand der Markierungen eingesetzt.

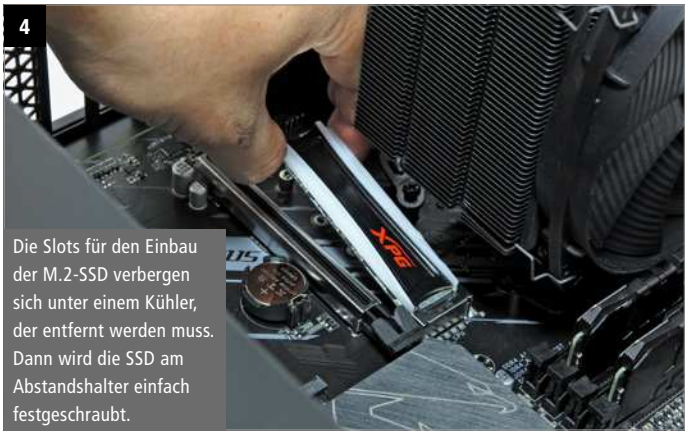
2

Der Arbeitsspeicher kann danach in Bänke 2 und 4 der Kerbe entsprechend eingesetzt und dann heruntergedrückt werden, bis er einrastet.

3

Der Lüfter des CPU-Kühlers soll nach hinten aus dem Gehäuse blasen. Achten Sie daher darauf, ihn wie abgebildet zu montieren.

4



Die Slots für den Einbau der M.2-SSD verbergen sich unter einem Kühler, der entfernt werden muss. Dann wird die SSD am Abstandshalter einfach festgeschraubt.

5

Das Mainboard kann nun gekippt ins Gehäuse eingesetzt werden. Achten Sie dabei vorher auf die Abstandshalter und ob diese in der korrekten Position sitzen.

6

Das Netzteil wird dann durch die rückwärtige Öffnung ins Gehäuse geschoben.

7

Nun können wir die 24- und 8-Pin- sowie die Front-Panel-Stecker vom Gehäuse ans Mainboard anschließen.

8

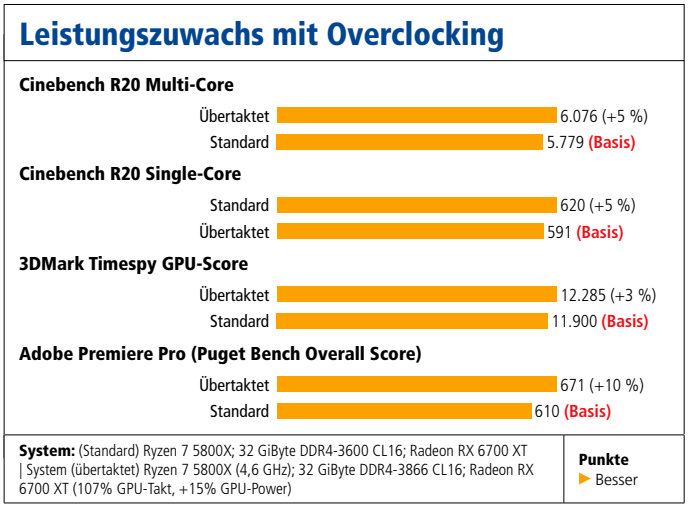
Die Pin-Belegung der Front-Panel-Anschlüsse steht im Handbuch des jeweiligen Mainboards.

9

Nach dem Entfernen der PCI-Blenden können die Grafikkarte in den ersten Slot eingesteckt und die Stromkabel verbunden werden. Fertig!

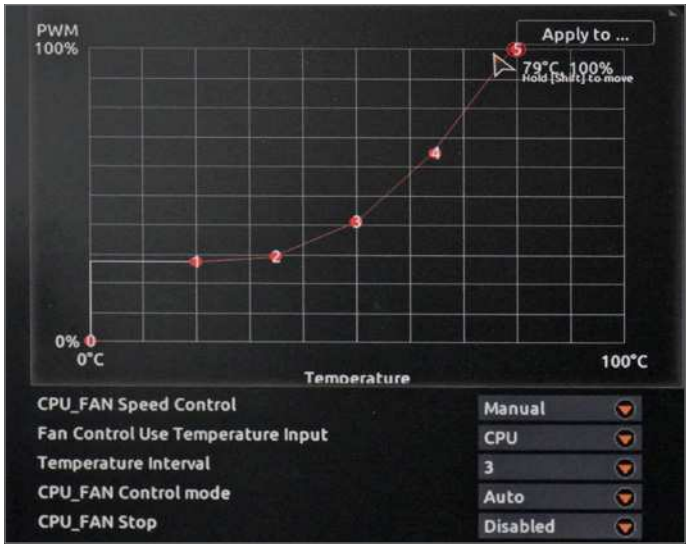
Mittelklasse-PC: Benchmarks und Tuning

Leistungszuwachs mit Overclocking



System: (Standard) Ryzen 7 5800X; 32 GiByte DDR4-3600 CL16; Radeon RX 6700 XT | System (übertaktet) Ryzen 7 5800X (4,6 GHz); 32 GiByte DDR4-3866 CL16; Radeon RX 6700 XT (107% GPU-Takt, +15% GPU-Power)

Punkte
▶ Besser



Standardmäßig drehen die Lüfter zu schnell, ergo laut. Im UEFI oder in der Mainboard-Software sollte die Kurve der Gehäuselüfter etwas abgeflacht werden.

Cyberpunk 2077 ist ein forderndes Spiel und läuft auf unserem System im PCGH-Benchmark (Bild) mit 36 Fps. Etwas niedrigere Details sind daher empfehlenswert.

Nachdem der Rechner zusammengebaut ist, sollten Sie als Nächstes das UEFI aktualisieren – und erst dann das Betriebssystem installieren. Die Mainboards werden meist mit einer älteren Firmware ausgeliefert, die instabil laufen könnte. Außerdem sollten Sie das XMP-Profil aktivieren, damit der Arbeitsspeicher auch mit DDR4-3600 läuft. Direkt danach können ebenfalls im UEFI Optimierungen bei der Lüfterkurve vorgenommen werden. Ein Start der Gehäuselüfterkurve bei 5 Volt ist sinnvoll und die Maximaldrehzahl sollte erst bei einer CPU-Temperatur von 70-80 °C erreicht werden. Dieselbe Kurve kann auch für den CPU-Lüfter übernommen werden. Anhand dieser Einstellungen ist die gute Performance und eine geringe Geräuschentwicklung dieses Systems gewährleistet. Spätere Anpassungen sowie Overclocking sind natürlich immer machbar.

Meistens 60 Fps in WQHD

Die Spiele-Benchmarks fallen wie erwartet aus. Full-HD ist in keinem unserer Titel ein Problem. Auch in WQHD erzielen wir in den allermeisten Szenarien spielbare Frameraten, auch wenn Cyberpunk 2077 mit einem Durchschnitt von 36 Fps grenzwertig läuft. Andere Titel wie Hitman 3 oder Assassin's Creed Vallhalla laufen mit über 60 Fps bei maximalen Details. Ein weiterer Titel, der Schwierigkeiten bereitet, ist Red Dead Redemption 2. Nur 37 Fps in WQHD zeugen von großem Hardware-Hunger. Reduzieren Sie die Einstellungen, schaffen Sie es aber auch dort mit Leichtigkeit über 60 Fps. Auch Ultra-HD-Gaming wäre mit diesem System bei reduzierten Details denkbar, wenn auch nicht in jedem Spiel.

Tipp Overclocking der CPU und GPU

Einige Komponenten des Mittelklasse-Rechners bieten Potenzial für Optimierungen. Gerade Prozessor und Grafikkarte haben hier Spielraum. Aber auch beim RAM kann man noch etwas Leistung herauskitzeln.

- Der Ryzen 7 5800X läuft zwar im Single-Core-Boost schon mit 4,7 GHz, auf allen Kernen liegt aber eine deutlich geringere Frequenz an. Mit 1,375 Volt können hier 4,6 GHz auf allen Kernen festgelegt werden. Je nach Glück. Das kann die Spieleleistung minimal steigern, in Benchmarks wie Cinebench sind aber gut fünf Prozent mehr Leistung möglich.
- Bei der Radeon RX 6700 XT gibt es ebenfalls Optimierungspotenzial. Mit dem Radeon Wattman lässt sich die Frequenz um sieben Prozent steigern. In Spielen können Sie dadurch mit circa drei bis fünf Prozent mehr Leistung rechnen.
- Beim Arbeitsspeicher geht nicht so viel. Zwar sind immer gewisse Latenz- oder Frequenzverbesserungen möglich, aber oft braucht es entweder deutlich mehr Veränderungen an den Timings oder Subtimings um deutlich höhere Frequenzen zu erreichen. Nichtsdestotrotz sind wir bei unserem Kit auf DDR4-3866 gekommen. Wie erwähnt sollte mindestens das XMP-Profil aktiv sein.

Natürlich zeigt sich, dass die Leistung, die durch das Overclocking zustande kommt in jedem Bereich anders. In Spielen, die meist GPU-limitiert sind, sehen wir nur eine Veränderung, wenn wir die Grafikkarte übertakten. Ein höherer CPU- oder gar RAM–Takt bringt uns dort kaum etwas. In Anwendungen hingegen zählen eher hohe CPU- und Speicher-Taktraten. In Cinebench haben wir eine Verbesserung von fünf Prozent und im GPU-Score von 3DMark eine Verbesserung um drei Prozent festgestellt. Diese Veränderungen lassen sich auch in etwa auf die Spieleleistung übertragen, auch wenn der Stromverbrauch rund zehn Prozent höher ist als zuvor. Die Effizienz sinkt also.

Zehn Prozent schneller im Video-Rendering

In Anwendungen ist die Leistung durchweg gut, was nicht zuletzt am AMD Ryzen 7 5800X und der 32 Gi-

Byte DDR4-Speicher mit 3600 MHz liegt. In Cinebench beispielsweise erreichen wir gute Leistungswerte und der 5800X kann sogar den neuen i7-11700K schlagen, der zudem deutlich mehr Strom verbraucht, der Preis aber auf dem gleichen Niveau liegt. In Premiere Pro schlägt sich der Rechner insgesamt ebenfalls gut und kann mit der Hilfe von Overclocking sogar bis zu zehn Prozent an Leistung zulegen, was daran liegt, dass wir nicht nur CPU und Grafikkarte, sondern auch den Hauptspeicher übertaktet haben. Das haben wir mit dem Puget-Benchmark geprüft. Natürlich sollte man hier nicht erwarten, 4K-Material mit 60 Fps und vielen Effekten flüssig schneiden zu können, aber (praxisnähere) Bearbeitung in 4K/UHD und 24 oder 30 Fps stellt kein Problem dar.

Günstigere Komponenten

Wer ein Gaming-System sucht, welches eine ähnliche Gaming-Leistung erzielt, aber nicht ganz so teuer ist, für den empfehlen wir eine Konfiguration mit einem Ryzen 5 5600X. Dieser ist rund 100 Euro günstiger, kommt zumindest in Spielen allerdings nahe an den teureren 5800X heran. Bei anderen Komponenten lässt sich auch einiges einsparen. Wer die Features des Aorus Master nicht benötigt, greift für 120 Euro weniger auf das Aorus Elite zurück, das ebenfalls den B550-PCH hat. Beim Gehäuse geht es ganz ähnlich. Eine günstige Alternative wäre das Pure Base 500DX von Be Quiet. Hier lassen sich bei trotzdem guter Leistung und RGB-Beleuchtung, noch einmal 100 Euro sparen. Gleiches gilt fürs Netzteil. Greift man auf das Be Quiet Pure Power 11 mit 600 Watt zurück, erhält man eine ähnliche Leistung für rund 100 Euro weniger. Beim Arbeitsspeicher reichen für auch 16 GiByte für den halben Preis. Alles in Allem lassen sich gut 400 Euro gegenüber unserer Konfiguration sparen, ohne dabei größere Kompromisse bei der Gaming-Leistung eingehen. Allerdings leidet darunter einerseits die Anwendungsleistung und nicht zuletzt auch die Optik. Aber beides ist recht individuell.

Gute Leistung, viele Anschlüsse, schlechter Preis

Wer ein „Rundum-sorglos-Paket" für aktuelle Titel sucht, ist mit diesem System gut bedient. Auch wenn nicht immer die UHD-Auflösung oder Ultra-Raytracing-Effekte möglich sind, reicht es in vielen Titeln zu 60 Fps bei WQHD in maximalen Details. Dazu hat die Grafikkarte noch Reserven an Speicher, sodass es auch in Zukunft nicht zu unschönen Rucklern kommt. Der Ryzen 7 5800X ist schnell genug für anspruchsvolle Anwendungen wie Adobe Premiere Pro, auch wenn sich professionelle Video-Editoren mehr Leistung wünschen würden, ist ein ambitionierter Youtuber hingegen zufrieden. Gleiches gilt für Anschlüsse und Erweiterbarkeit. Speicher lässt sich problemlos aufstocken, seien es M.2-SSDs, HDDs oder Arbeitsspeicher. Für all das sind noch Steckplätze übrig. USB 3.1 und Wi-Fi 6 sind auch an Bo(a)rd. Dank angepasster Lüfterkurve und leiser Komponenten wird der PC auch unter Last nicht zu warm oder laut. Ebenfalls in Grenzen hält sich der Stromverbrauch: Unter 400 Watt bei absoluter Volllast und 300 Watt in Spielen zeigen die Effizienz aktueller Hardware. Einzig die nach wie vor hohen Grafikkarten-Preise sind ein Problem. Wer gerade jetzt einen neuen Rechner kaufen möchte, hat mit hohen bis sehr hohen GPU-Preisen zu kämpfen und eine deutliche Besserung der Situation ist derzeit nicht in Sicht. Der Grafikkartenpreis schmerzt zwar, fällt aber bei einem 2.000 Euro teuren System nicht mehr ganz so schlimm ins Gewicht. *(wt)*

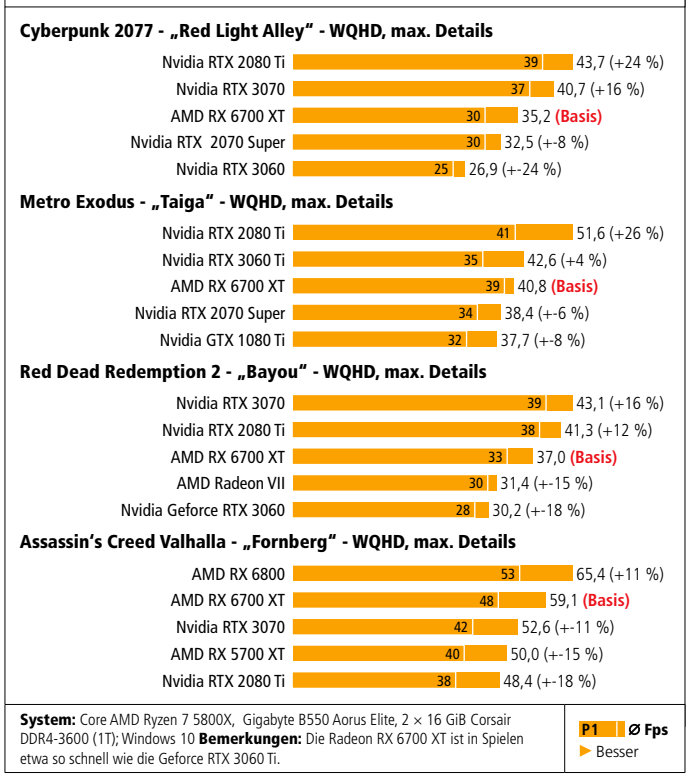
Fazit PCGH

Preiswerte Mittelklasse

Der Mittelklasse-PC ist eine Basis für ein schnelles, aktuelles System, welches zudem einfach aufgerüstet werden kann. Gerade bei Grafikkarten oder Speicher ist das in diesem Fall sehr einfach. Denn irgendwann werden aktuelle Grafikkarten auch wieder bezahlbar und Arbeitsspeicher etwas günstiger.

Bei unserem Mittelklasse-PC legen wir nicht nur Wert auf die Leistung, sondern auch auf die Optik, weswegen RGB-Beleuchtung nicht fehlen darf.

Solide WQHD-Spieleleistung



System: Core AMD Ryzen 7 5800X, Gigabyte B550 Aorus Elite, 2 × 16 GiB Corsair DDR4-3600 (1T); Windows 10 **Bemerkungen:** Die Radeon RX 6700 XT ist in Spielen etwa so schnell wie die Geforce RTX 3060 Ti.

P1 Ø Fps
▶ Besser

Bild: EyeWire InfoTech

Der High-End-PC

Wenn Raytracing und 4K-Auflösung flüssig laufen sollen und der Preis keine Rolle spielt, dann ist der High-End-PC die richtige Option. Wir präsentieren das aktuelle Nonplusultra.

High-End-PC

Preise: Stand 01.09.2021

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor	AMD Ryzen 9 5950X	€ 690,-
CPU-Kühler	Be Quiet Silent Loop 360	€ 140,-
Gehäuse	Coolermaster Cosmos C700M	€ 440,-
Grafikkarte	MSI Geforce RTX 3090 Suprim X	€ 2.200,-
Mainboard	MSI X570 Unify	€ 290,-
Arbeitsspeicher	Corsair Dominator RGB 64 GiByte DDR4-3600	€ 780,-
SSD	Corsair MP600 Pro 2 TByte	€ 410,-
Netzteil	Seasonic Prime 850 Watt 80+ Titanium	€ 250,-
Gesamtpreis (ab)		**€ 5.200,-**

Schmerzhafte Preisschwankungen

Grafikkarten sind seit Monaten rar und teuer, weshalb die Preise stark schwanken. Die von uns gewählte RTX 3090 kostete zeitweise noch mehr Geld. Die Lage scheint sich aber langsam zu bessern.

Gaming-PCs können günstig oder auch sehr teuer sein. Bei dieser Konfiguration widmen wir uns dem Ende der Fahnenstange. Der High-End-PC soll, wie der Name schon sagt, aus dem Besten bestehen, was Hardware-Hersteller aktuell im Portfolio haben. Wir haben uns für eine Kombination aus Ryzen 9 5950X und Geforce RTX 3090 entschieden. Natürlich gibt es auch stärkere AMD-CPUs der Threadripper-Plattform. Da wir mit diesem PC den Fokus auf Gaming legen, bleiben wir aber bei der Mainstream-Plattform AM4, weil Threadripper-Prozessoren bei der Gaming-Leistung deutlich schlechter abschneiden und darüber hinaus noch auf der Zen-2-Architektur basieren. Auch können aktuelle Spiele in vielen Fällen nur mit einer begrenzten Anzahl von Threads umgehen – die Leistung kann mit zusätzlichen Kernen sogar abfallen. Die RTX 3090 ist nach wie vor die schnellste Gaming-Grafikkarte und liegt in den meisten Titeln vor AMDs Radeon RX 6900 XT. Natürlich ist auch der Rest des Systems wichtig. 64 GiByte RAM sollten für jede Anwendung und selbst künftige Spiele ausreichen. Ein X570-Mainboard garantiert aktuelle Standards wie PCI-Express 4.0 und die MP600 Pro SSD von Corsair bietet zwei Terabyte extrem schnellen Speicherplatz. Für die Stromversorgung ist ein Seasonic-Netzteil mit 850 Watt und 80+-Titanium-Zertifizierung zuständig. Verpackt wird der PC in einem Coolermaster Cosmos C700M, das eine AiO-Kühlung für die CPU von Be Quiet beherbergt.

AMD Ryzen 9 5950X

High-End, nicht nur beim Gaming, auch Videoschnitt mit 4K-Dateien ist mit dem 16-Kerner kein Problem.

Im High-End-PC kommt natürlich die schnellste Gaming-CPU zum Einsatz. Der Ryzen 9 5950X bietet mit 16 Kernen mehr als genügend Leistung in allen Situationen. Sowohl in unseren Gaming-Benchmarks als auch in Anwendungen erreicht diese CPU eine Platzierung unter den Top 3. In Anwendungen sind lediglich AMDs Threadripper-Prozessoren, die deutlich teurer sind, noch schneller. Ansonsten punktet der 5950X auch mit einer geringeren Leistungsaufnahme als der neuere Core i9-11900K, welcher ziemlich ineffizient ist. Das einzige Manko ist der Preis. Knapp 700 Euro werden für den 5950X in einschlägigen Shops aufgerufen – gegenüber dem Ryzen 9 5900X mit „nur" zwölf Kernen ein satter Aufpreis.

MSI RTX 3090 Suprim X

Passend zur schnellen CPU gehört natürlich auch die schnellste Grafikkarte. Eine RTX 3090 OC ist das Nonplusultra.

Bereits in der Vergangenheit haben wir der RTX 3090 eine exzellente Leistung attestiert. Zusammen mit 24 GiByte Grafikspeicher ist sie auch für zukünftige Spiele und Content Creation bestens gerüstet. Das Suprim-X-Modell ist eine sehr gut gekühlte Version der 3090 und kann so auch trotz einer erhöhten TDP-Obergrenze noch leise arbeiten, sogar unter Volllast. Verglichen mit der Radeon RX 6900 XT ist die 3090 in den meisten Titeln etwas schneller, benötigt mit 350 Watt in der Founders Edition bzw. 420 Watt bei der Suprim X aber auch deutlich mehr Strom, weshalb das Netzteil ausreichend dimensioniert sein sollte. Der Preis ist außerdem auch hier sehr teuer. Die UVP von 1.549 Euro wirkte zum Release bereits hoch, die Suprim X liegt mit circa 2.200 Euro wegen der aktuellen Situation aber noch deutlich darüber.

MSI X570 Unify

RGB oder nicht? Beim Unify hat MSI den Weg eines schlichten, schwarzen Mainboards mit vielen Features eingeschlagen.

Der X570-PCH von AMD kann mit PCI-Express 4.0 für Grafikkarten und SSDs überzeugen. Anders als beim günstigen B550 kann auch bei der zweiten SSD oder beim zweiten PCI-E-Slot der neue Standard verwendet werden. Auch der Rest stimmt: Eine gute Spannungsversorgung mit angemessener Kühlung und genügend USB-Ports sind vorhanden. Ein Manko, das bereits zum Release auffiel, ist der PCH-Lüfter, der auf fast jedem Modell verbaut war. Nur zwei Mainboards ohne Lüfter existieren aktuell, das X570 Dark Hero von Asus und das X570 Aorus Extreme von Gigabyte. Diese kosten allerdings deutlich über 500 Euro. Das Unify geht dagegen einen anderen Weg und macht somit einen Kompromiss zwischen passiv und aktiv. Der Lüfter springt erst ab einer gewissen Temperatur an, dreht dann langsam hoch, ist in den meisten Fällen mit kaum wahrnehmbaren 0,1 Sone trotzdem deutlich leiser als die verbaute Grafikkarte und somit kein Spielverderber mehr.

Corsair Dominator RGB

Schneller RAM ist ein Vorteil in jedem Gaming-PC und kann der CPU noch einmal einen kleinen Boost verschaffen.

Mittlerweile bietet Corsair Arbeitsspeicher in allen Varianten, Farben und Formen an. Ganz oben in der Palette finden wir den Dominator RGB. Für unser System nutzen wir vier 16-Gigabyte-Riegel mit DDR4-3600. So bekommen wir die meiste Leistung bei dieser Kapazität. Zwar gibt es manchmal Probleme mit vier RAM-Riegeln und hoher Kapazität auf AMD-Mainboards in Verbindung mit einer hohen Taktrate, allerdings lässt sich das durch Optimierungen und manuellen Einstellungen größtenteils beheben. Natürlich sind auch weniger als 64 Gigabyte ausreichend fürs Gaming, wer allerdings gerne Videos schneiden möchte, hat mit mehr Speicher, vor allem zusammen mit dem Ryzen 9 5950X, einen Vorteil, wenn es um Videodateien mit hohen Auflösungen geht. Aber auch optisch macht dieses Kit etwas her: Mit RGB-Beleuchtung, die individuell einstellbar ist, und einem Kühler komplett aus Metall macht dieser Speicher in unserem High-End-PC eine gute Figur.

Be Quiet Silent Loop 2

All-in-One-Wasserkühlungen sind nicht dafür bekannt, besonders leise zu sein. Be Quiet will das ändern.

Nicht nur, dass die Lüfter bei den meisten Kompaktwasserkühlungen mit einer hohen Drehzahl spezifiziert sind, oft lassen sie sich auch nicht weit genug herunterregeln, um wirklich leise zu sein. Bei der Silent Loop 2 sind zwar ebenfalls Silent-Wings-3-Ventilatoren mit 2.000 U/Min verbaut, diese sind aber höherwertig als einige Modelle von anderen Herstellern, also bereits bei hoher Drehzahl etwas leiser. Zudem lassen die sich auch deutlich weiter herunterregeln – wer hingegen mehr Leistung möchte, hat dank dieses Puffers noch reichlich Raum nach oben. Auch die Pumpeneinheiten sind oft nicht sonderlich leise. Hier will Be Quiet ebenfalls angreifen und mit einer leisen Pumpe, die dazu noch mit RGB-LEDs beleuchtet ist, punkten. Zusammen mit den anderen RGB-Komponenten ergibt sich ein schönes Paket.

Corsair MP600 Pro

Dank PCI-Express 4.0 und neuestem Controller ist sie eine der schnellsten M.2-SSDs und perfekt für den High-End-PC.

Zum Start der Plattformen, die PCI-Express 4.0 unterstützen, kam Corsair mit der MP600, dem Nachfolger der MP510, auf den Markt. Die MP600 übertrumpfte mit knapp 5.000 MB/s Leserate und bis zu 680.000 IOPS alte High-End-Modelle deutlich. Später erschien die Pro-Variante. Diese setzt noch einmal einen drauf und liegt mit knapp 7.000 MB/s Leserate und 800.000 IOPS bei der Random-Performance knapp 40 Prozent über dem günstigeren Modell. Sicherlich ist der Preis von 400 Euro für die 2-Terabyte-Variante extrem hoch und wer in diesem Fall vielleicht etwas sparen möchte, um mehr Kapazität zu erhalten, kann sicherlich auch ein PCI-Express-3.0-Modell wählen. In der Praxis stellen sich diese als guter Kompromiss heraus, da dieser Unterschied in den meisten Anwendungen nur marginal und somit nicht spürbar ist. Übriges Geld kann dann zum Beispiel noch in eine Zusätzliche HDD oder SSD für Spiele investiert werden.

Seasonic PX-850 Titanium

Eine stabile Stromversorgung mit hoher Effizienz ist nicht nur für High-End-Systeme wichtig,

Die Seasonic-Prime-Serie ist sowohl in der Platinum- als auch in der Titanium-Ausführung eine gute Wahl für Gaming-Systeme. Gerade aktuelle Grafikkarten wie die von uns gewählte RTX 3090 benötigen viel Energie und erzeugen dazu Spitzen, die nur von hochwertigen Modellen zuverlässig abgefangen werden können, ohne dass das System instabil wird. Zusätzlich zu einer guten Leistung gehen mit der 80+-Titanium-Effizienz gerade einmal vier bis sechs Prozent der Eingangsleistung als Wärme verloren. Bei einem herkömmlichen 80+-Gerät sind es zwischen 15 und 20 Prozent. Dadurch wird auch der benötigte Kühlaufwand verringert, weswegen der Lüfter langsamer drehen kann. Alles zusammen verhalf dem Prime Titanium zu einer sehr guten Wertung in unserem Test. Darüber hinaus hat es auch alle (modularen) Anschlüsse, die man sich wünschen kann, und eine Garantiedauer von zwölf Jahren. Damit bietet es den aktuell längsten Hersteller-Support im Falle eines Defekts.

Coolermaster C700M

Gehäuse sind Geschmackssache. Wir wählen ein schickes und leistungsfähiges Heim.

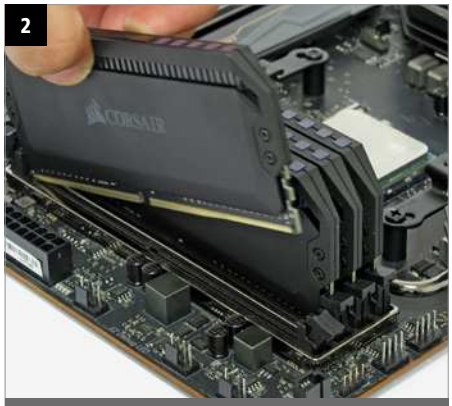
Das Coolermaster Cosmos C700M ist perfekt für Liebhaber von RGB-Beleuchtung. Konfigurierbare Leisten an der Front und im Boden zeichnen das Design neben den beiden Glas-Seitenteilen aus. Dazu kommen natürlich noch etliche andere Features wie fünf USB-Anschlüsse an der Front und eine besondere Grafikkartenhalterung im Innenraum, durch die die Grafikkarte im 45-Grad-Winkel verbaut und somit besonders prominent platziert werden kann. Unsere Silent-Loop-2-Wasserkühlung mit ihrem 360-Millimeter-Radiator findet ebenfalls ohne Probleme Platz. Wer stattdessen auf eine Custom-Wasserkühlung setzen möchte, dem sind ebenfalls nur wenige Grenzen beim Platz gesetzt. Lediglich der Preis schmerzt – 440 Euro für ein Gehäuse sind vergleichsweise viel Geld.

Bauanleitung

1

Beim Einbau der CPU wird nur der Hebel umgelegt, die CPU ohne Krafteinwirkung eingelegt und der Hebel dann wieder heruntergedrückt.

2



Da wir in unserem Fall vier RAM-Module verbauen, sollten Sie nur auf die Kerbe achten und können die Riegel ansonsten in den Slot drücken.

3

Die SSD müssen wir wegen ihres Kühlers ohne die Mainboard-Abdeckung verbauen. Sie wird einfach eingesteckt und festgeschraubt.

4

Dann montieren wir den Pumpenkopf. Da jeder Kühler anders verschraubt wird, empfehlen wir, die Anleitung zu lesen.

5

Nun können wir das Mainboard ins Gehäuse einsetzen. Den Radiator können Sie erst einmal an der Seite heraushängen lassen.

6

Dann bietet es sich an, diesen im Deckel festzuschrauben. Die Front ist hier weniger sinnvoll.

7

Das Netzteil kann von hinten in die Unterseite des Gehäuses eingeschoben werden. Die modularen Kabel sollten Sie aber bereits vorher anschließen.

8

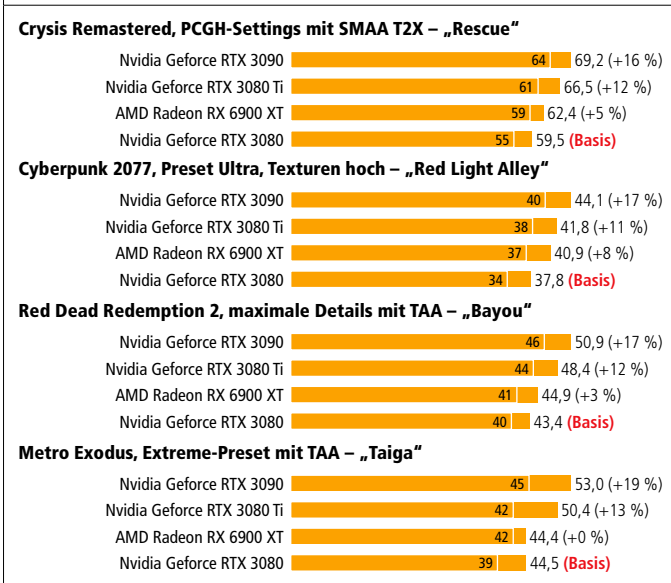
Bei der optional vertikalen Grafikkartenmontage muss die GPU erst auf dem Halter festgeschraubt werden.

9

Dann wird der Riser vom Slot aus hinten herum unten auf die Grafikkarte gesteckt.

High-End-PC: Benchmarks und Tuning

Spiele-Benchmarks in Ultra HD



System: Ryzen 9 5950X, 64 GiByte DDR4-3600, MSI X570 Unify
Bemerkungen: Wer sich für die für eine Geforce RTX 3080 Ti oder Radeon RX 6900 XT anstelle der 3090 entscheidet, muss keine großen Kompromisse eingehen.

P1 Ø Fps
▶ Besser

Beim C700M Kann die Grafikkarte schräg im System platziert werden. Das ist bei aktuellen Modellen mit beleuchteten Kühlern ein optischer Bonus.

Das Coolermaster Cosmos C700M bietet viel Beleuchtung und Platz für Hardware und sieht dadurch schick aus, kostet aber mehr als 400 Euro.

Bei einem extravaganten System gestaltet sich der Zusammenbau etwas komplizierter als bei einem „normalen" Rechner, da mehr RGB-Elemente, mehr Lüfter oder generell mehr Verbindungen zwischen den Komponenten erfolgen müssen. Gerade der Einbau der Be Quiet Silent Loop 2 ist aufwendiger als bei Luftkühlern, da neben dem CPU-Block auch noch der Radiator richtig verbaut werden muss. Dank ausführlicher Anleitungen sollte aber auch Einsteigern der Zusammenbau gut gelingen.

High-End als Alleskönner

Die Leistung des Rechners ist über jeden Zweifel erhaben. Auch in UHD-Auflösung werden in den meisten Titeln über 60 Fps erreicht. Cyberpunk 2077 stellt zusammen mit Read Dead Redemption 2 eine der Ausnahmen dar. Nur Raytracing in Verbindung mit Ultra-HD-Auflösung sind selbst für eine Grafikkarte wie die Geforce RTX 3090 eine Herausforderung. Die 24 GiByte Speicher sind aktuell eine nette Dreingabe und bringen nur in Extremszenarien Vorteile. Wer ganz normal spielt, auch in hohen Details, bekommt auch mit den 12 GiByte einer RTX 3080 Ti keine Probleme. Die Anwendungsleistung hängt hauptsächlich am Ryzen 9 5950X. das AM4-Topmodell liefert eine sehr gute Leistung. Von Photoshop bis hin zu Streaming auf Twitch, Videoschnitt mit 4K30- oder 4K60-Dateien, alles ist möglich. Zwar gibt es noch schnellere Prozessoren aus der Threadripper-Familie, diese sind aber extrem teuer, basieren auf einer älteren Architektur und sind somit gerade in Spielen etwas langsamer. Intel hat bei Anwendungen mit dem deutlich günstigeren Mainstream-Topmodell i9-11900K keine Chance gegen den Ryzen.

Viel Optimierungspotenzial

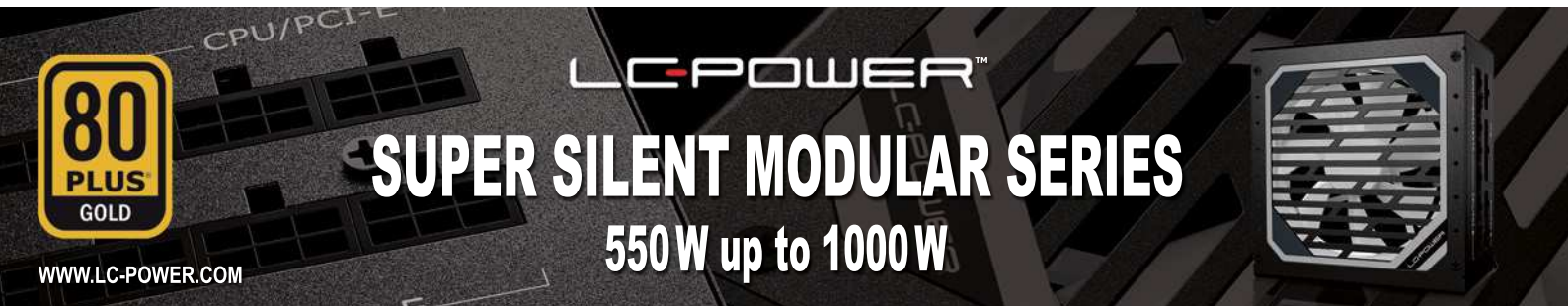
Zwar ist die Leistung ab Werk bereits sehr gut, mit ein wenig Aufwand geht aber noch mehr. Natürlich kennt sich nicht jeder im UEFI des Mainboards aus und deswegen ist dieser Schritt optional. Lediglich das XMP-Profil sollte definitiv aktiviert werden, damit der verbaute Speicher auch mit der richtigen Taktrate läuft. Das kann die CPU-Leistung in vielen Anwendungen um einige Prozent erhöhen.

Tipp Übertakten

CPU-Overclocking steigert die Leistung hingegen überall. Mit den Settings weiter unten konnten wir vor allem bei der CPU-Leistung deutliche Verbesserungen erzielen.

- CPU: Der Prozessor lässt sich gut übertakten. Sobald das Power-Limit aufgehoben ist, steigt der Takt in Anwendungen und bei Dauerlast deutlich. Es wäre hier aber auch möglich, den Takt auf 4,5–4.6 GHz auf allen Kernen zu erhöhen oder den gesamten Prozessor mit einem PBO-Offset von 500 MHz zu optimieren.
- RAM: Mit vier Riegeln ist das Potenzial begrenzt, dennoch lassen sich Timings nach unten setzen. Sowohl die Haupttimings, die wir auf CL15-15-15-30 gesetzt haben, als auch Subtimings, die wir mit Hilfe des Ryzen-DRAM-Calculators berechnet haben, wurden eingestellt und können in Anwendungen und bei Spielen im CPU-Limit einen Fps-Boost liefern.
- GPU: Die Grafikkarte lässt sich natürlich auch noch etwas optimieren, allerdings haben wir es bei einer Anhebung von GPU- und Speichertakt belassen, um die Leistungsaufnahme nicht noch weiter in die Höhe schießen zu lassen, da die MSI Suprim X bereits mit 420 Watt jongliert. In Spielen konnten wir fast 2,1 GHz GPU-Takt erzielen, was zusammen mit effektiv 1 GHz mehr Speichertakt ein Fps-Plus von rund vier Prozent ergibt.

Wenn wir alle Komponenten übertakten, steigt der Stromverbrauch an. Lassen wir die CPU außen vor, passiert das nicht, da die Veränderung der RAM-Latenzen keinen



Einfluss auf die Leistungsaufnahme hat. Ferner haben wir, wie bereits erwähnt, die GPU-TDP-Grenze nicht angetastet, weshalb sich der Stromverbrauch auch dort nicht ändert. Legen Sie besonderen Wert auf ein leises System oder benötigen einfach nicht so viel Leistung, lässt sich auch noch etwas einsparen. Die RTX 3090 arbeitet noch sehr schnell, wenn die TDP auf 350 Watt (wie bei der Founders Edition) reduziert wird. Dann stemmt die Surpim X noch 1.850 bis 1.950 MHz. Dadurch muss der Kühler nicht annähernd so hart arbeiten und die Temperaturen bleiben deutlich niedriger. Ein netter Nebeneffekt ist auch die theoretisch verlängerte Lebensdauer.

Alternative Komponenten

Wer nicht ganz so viel Geld ausgeben möchte, kann bei einigen Dingen auch Geld sparen. Die RTX 3080 Ti beispielsweise erzielt 96 Prozent der Leistung einer 3090 und kostet aktuell rund 500 Euro weniger. Dafür erhalten Sie eine Grafikkarte mit „nur“ 12 GiByte speicher. Wie wir im Test dieser Ausgabe erläutern, ist das kein Problem. Bei anderen Komponenten lässt sich ebenfalls sparen. Bei der SSD kann auch auf ein PCI-Express-3.0-Modell zurückgegriffen werden, da der Unterschied in der Praxis nur marginal ist. Beim Gehäuse kann das von uns gewählte Luxus-Modell für über 400 Euro auch durch ein günstigeres ersetzt werden. Wer RGB mag, dem empfehlen wir das Corsair 5000X. Der Ryzen 9 5950X kostet 200 Euro mehr als ein 5900X, dafür gibt es aber auch 25 Prozent mehr Kerne und entsprechend viel Leistung in Anwendungen. Wer nur spielt und hin und wieder streamt, kann auch zum Ryzen 9 5900X greifen. Zusätzlich lässt sich natürlich auch beim Mainboard etwas einsparen, hier sogar ohne Leistungsverlust. Ein B550-Modell, wie das Gigabyte Aorus Pro V2, hat eine gute Spannungsversorgung für den 5900X und kostet nur 150 Euro. Allerdings bietet es auch deutlich weniger Anschlüsse und nur PCI-Express 4.0 auf dem ersten PCI-E- und M.2-Slot. Das Netzteil ist bei unserem Bauvorschlag auch aus der Luxusklasse. Zwar empfiehlt PCGH immer hochwertige Netzteile, dennoch lässt sich hier sparen. Eine günstige Möglichkeit wäre zum Beispiel das Enermax Revolution D.F. mit 850 Watt. Es liegt mit 80+ Platin eine Klasse unter dem Seasonic, lieferte in unserem Test aber dennoch eine gute Leistung und kostet mit 120 Euro nur die Hälfte. Zu der Wasserkühlung raten wir Ihnen hingegen, da der 5900X bei OC-Versuchen ebenfalls davon profitieren kann. Hier sollte man bei der Gehäusewahl lediglich darauf achten, dass sie passt.

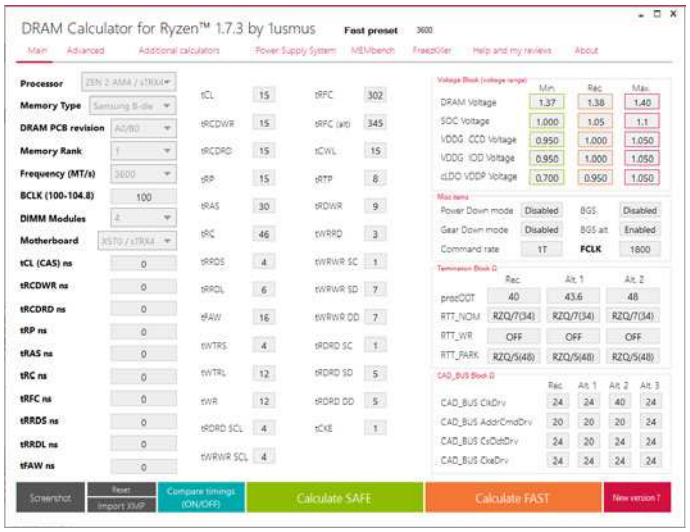
Mehr geht nicht

Ob absolutes High-End oder doch etwas abgespeckt mit unseren günstigeren Empfehlungen: Mit allen aufgelisteten Teilen erreichen Sie ein sehr gutes und vor allem flüssiges Spielerlebnis. Sei es in hohen Auflösungen oder mit Raytracing. Aktuelle Hardware kann Spiele so schön darstellen wie nie zuvor. Aber: Aktuelle Grafikkarten sind teuer und daher ist dieser PC auch mit den günstigeren Alternativen alles andere als ein Schnäppchen. Deshalb sollte jeder selbst wissen, ob es sinnvoll ist, so viel Geld auszugeben, oder ob es sich vielleicht lohnt, zu warten, bis sich zumindest der Grafikkartenmarkt etwas beruhigt hat, denn selbst dann lassen sich bei einer 3090 zum Teil 800 bis 1.000 Euro sparen. Bei anderen GPUs wie der RTX 3080 ist der Aufpreis gegenüber der UVP noch höher. Wer kann, sollte sich mit dem Kauf einer Grafikkarte gedulden, vielleicht auf eine gebrauchte Alternative oder auf das Modell aus dem alten PC zurückgreifen. *(wt)*

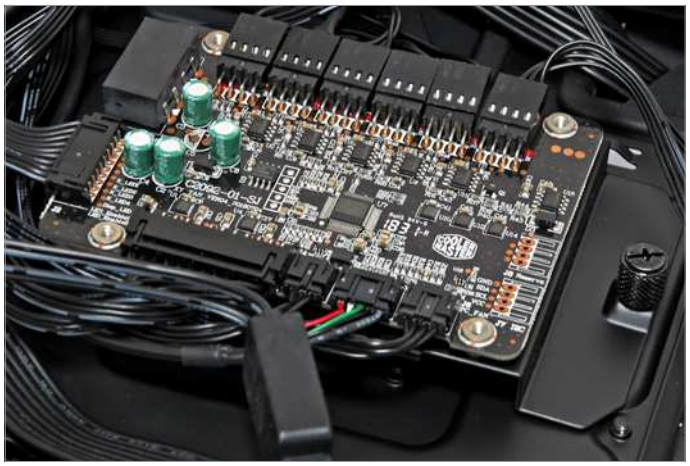
Fazit PCGH

High-End-Gaming kostet

Zwar wird durch die Oberklasse-Hardware auch eine sehr gute Leistung und Zukunftssicherheit erzielt, das hat aber auch seinen Preis. Über 5.000 Euro sind richtig viel Geld für einen PC. Und selbst 3.500 Euro für eine abgespeckte Variante stellen eine große Hürde für die meisten Nutzer dar.

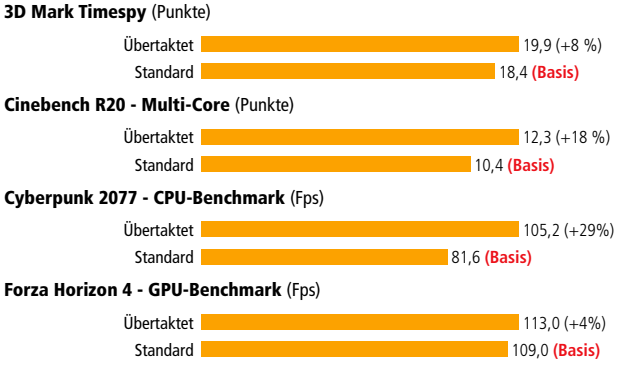


Mit dem Ryzen DRAM Calculator lassen sich Subtimings ausrechnen, die dann im UEFI übernommen werden können. Das Leistungsplus kann beachtlich sein.



Bei vielen Lüftern und RGB-Beleuchtung ist eine Steuerung unverzichtbar. Andernfalls wird die Einstellung kompliziert und unübersichtlich.

Vergleich: Standard vs. Overclocking



System: AMD Ryzen 9 5950X, 64 GiByte DDR4-3600, MSI X570 Unify, MSI RTX 3090 SuprimX **Bemerkungen:** Übertaktet: CPU: 4,7 GHz; FCLK: 1.833 MHz; DDR4-3666 CL15-15-15-30 (angepasste Subtimings); GPU +75 MHz Mem: +1.000 MHz

Siehe Benchmark ▶ Besser

Bild: EyeWire InfoTech

Der Mini-ITX-PC

Weg mit den Big-Towern, her mit den kleineren Builds! Ein Mini-Formfaktor birgt zwar seine Tücken, trotzdem muss klein nicht gleich schwach heißen. Wir stellen Ihnen einen Airflow-ITX-PC vor.

ITX-Mini-PC

Preise: Stand 01.09.2021

Komponente	Hersteller und Produkt	Preis ca.
Prozessor	AMD Ryzen 5800X	€ 375,-
CPU-Kühler	Cooler Master Masterliquid ML240L V2 RGB	€ 70,-
Gehäuse	Jonsplus i100 Pro Mini-ITX	€ 180,-
Grafikkarte	Gigabyte Geforce RTX 3070 Ti	€ 900,-
Mainboard	Asus ROG Strix B550-i Gaming	€ 190,-
Arbeitsspeicher	Patriot 16 GiByte DDR4-4000 Viper 4 Blackout	€ 115,-
SSD	1 TByte WD Black SN850 NVME	€ 160,-
Netzteil	Cooler Master V850 SFX Gold 850 Watt	€ 150,-
Gesamtpreis (ab)		**€ 2.140,-**

Preisschwankungen

Die CPU-Preise bessern sich, doch der Grafikkarten-Markt bleibt im höheren Preissegment. Sollte sich eine tüchtige Karte noch in Ihrem Besitz befinden, kann es sich lohnen zu warten.

Das erste eigene ITX-System kann eine Herausforderung darstellen, auch oder gerade wenn man bereits Erfahrungen mit normalen ATX-PCs gesammelt hat. Aus groß mach klein lautet die Devise, mit deutlichen Einschränkungen in puncto Spielraum und Maße. Dass ein Aufbau dabei nicht unbedingt schwer sein muss, zeigen wir bei diesem Bauvorschlag.

Warum überhaupt ITX?

ITX-PCs bieten je nach persönlicher Nutzung entscheidende Vorteile gegenüber den verbreiteten Midi- und Big-Tower-Brüdern: geringerer Platzverbrauch bei niedrigerem Gewicht und einem schneidigeren Aussehen. Der Nachteil liegt dabei auf der Hand, denn weniger Raum für die praktisch selben Komponenten bedeutet eine engere Bauweise mit der Gefahr eines leichteren Luft- sowie Temperaturstaus. Mit einem einigermaßen soliden Kabelmanagement und der richtigen Planung können die meisten Probleme effektiv verhindert werden. Die Komponentenwahl fußt hier einerseits bewusst auf zukünftige Upgrade-Wünsche sowie einer robusten Performance im Gaming- und dem professionellen Anwendungsbereich. Das Jonsplus i100 Pro Mini-ITX Gehäuse bietet durch die Zwei-Kammer-Bauweise trotz geringerer Abmessung genügend Platz für größere Grafikkarten wie eine RX 6800 XT oder RTX 3080 oder aber kompakte Wasserkühler. Damit sollten auch intensivere Arbeiten in der Theorie kein Problem darstellen.

AMD Ryzen 7 5800X

ITX heißt nicht zwangsläufig schwächere Hardware. Der 5800X ist mit seinen acht Kernen eine solide Wahl für Gaming und Produktivität.

Wer bereits länger auf den garantierten Preisverfall der dritten Zen-Generation gewartet hat, darf jetzt unter UVP für ungefähr 380 Euro ruhigen Gewissens zuschlagen. Mit 3,8 GHz Basistakt und einem Singlecore-Boost mit bis zu 4,7 GHz sollten alle Alltagsaufgaben und herausfordernde Szenarien abgedeckt sein. Eine valide Alternative können jeweils die Ryzen-5000er-Geschwister sein, je nach eigenem Bedarf. Der Ryzen 5 5600X frisst ca. 40 Watt weniger Strom und hat sechs statt acht Kerne, ist dafür aber leichter zu kühlen und bereits ab 260 Euro zu kaufen. Der 5800X ist flexibel und kann übertaktet und über den Eco-Mode auch stromsparender mit 65 Watt genutzt werden, sofern gewünscht.

Gigabyte RTX 3070 Ti

Kostet gleich viel, bietet mehr Performance: die Geforce RTX 3070 Ti von Gigabyte im ITX-Case.

Den Cryptominern und der hohen Nachfrage geschuldet, kosten Grafikkarten ein kleines Vermögen – mit teils kuriosen Situationen, in denen die RTX 3070 Ti genauso viel kostet wie die schmächtigere 3070. Der Grund liegt hier wohl hauptsächlich an der nicht ganz so grenzenlosen Profitabilität der Karte beim Mining von Ethereum. Zwar ist die 3070 Ti immer noch attraktiv genug für Krypto-Schürfer, allerdings auch nicht großartig mehr als die herkömmliche 3070. Für den gehobenen Zocker hat die 3070 Ti dagegen einiges in petto. WQHD- und selbst UHD-Auflösung sind möglich und mit eingeschaltetem DLSS-Upsampling umso mehr. Ähnliches gilt für die anderen RTX-30-Modelle. Wer mit Nvidia nichts anfangen kann, darf sich natürlich auch bei AMDs aktueller RX-6000-Reihe bedienen, denn Platz wäre genug da.

Asus Strix B550-i Gaming

Kleiner Formfaktor verlangt nach kleinem Mainboard. Das B550-i Gaming von Asus kann in der Hinsicht liefern.

Mit dem Sockel AM4 werden auch die aktuellen Ryzen-5000er-CPUs vom B550 Chipsatz unterstützt und damit eignet sich das kleine Verbindungsbrett ideal für das ITX-Bauvorhaben. Das Mainboard bietet zwei Speicherbänke für die Arbeitsspeicher-Sticks, daher ist ein Dual-Kit das Maximum. Wifi ist von Werk aus enthalten, genauso wie der Bios-Support der Ryzen-5000er-Serie. Der kompakten Größe geschuldet sind die Anschlüsse nicht so zahlreich wie beim ATX-Formfaktor. Als Konsequenz müssen beispielsweise Gehäuselüfter in Serie über Y-Splitter-Kabel geschaltet und am einzigen Gehäuse-Lüfter-Slot neben dem CPU- und dem Wasserkühler-Pumpen-Anschluss verbunden werden. Der Beschriftung von ITX-Mainboards ist durch die notwendige Versetzung nicht ohne Weiteres zu glauben, viel eher lohnt es sich, dem Handbuch mit der Verzeichnungsskizze zu folgen. Übertaktungen sind mit der verbauten Technik und dem klassischen Asus-BIOS möglich.

Patriot Viper 4 Blackout

Die Viper 4 Blackout mit 16 GiByte DDR-4000 CL19 als Speicherwahl ist zwar schnell ...

... doch genauso gut reicht ein niedrig getakteter Arbeitsspeicher mit Dual-Channel 3.600 MHz und einer CAS-Latenz von 16. Ein anderes Kit mit DDR4-3600 und CL16 würde aber aktuell nicht viel günstiger kommen. Wer bereits jetzt schon mit dem PC-Upgrade liebäugelt, der sollte sich womöglich direkt ein 32 GiByte großes Dual-Kit zulegen, denn auf dem B550-i Gaming Motherboard gibt es nur zwei RAM-Speicherbänke. RGB-Sticks sind zwar denkbar, jedoch raten wir Ihnen nur bedingt zu einem LED-Setup im Jonsplus i100 Pro Mini-ITX. Unsere Wahl fiel auf die silberne Glas-Sidepanel-Edition, bei der die Glasscheiben schwarz getönt sind. Der bombastische Regenbogeneffekt bleibt da nämlich größtenteils aus, genauso wie in der Edition ohne Glas-Sidepanel. Es wäre daher preiswerter, direkt auf RGB-Beleuchtung im weniger sichtbaren Innern des Gehäuses zu verzichten und dafür performanteren Arbeitsspeicher zu wählen.

Masterliquid ML240L V2

Ein Hauch von RGB darf auch ruhig sein. Die Lüfter können an der Oberseite am Radiator für subtiles Licht sorgen.

Kompaktwasserkühler sind nicht immer so schmal, wie man es sich wünscht. Das Masterliquid ML240L RGB V2 von Cooler Master passt sowohl von der Schlauchlänge als auch der Radiatorgröße von 240 mm und Dicke von 27 mm problemlos ins Jonsplus i100 Mini-ITX. Längere Radiatoren sind zwar einbaubar, allerdings ist dann ein deutlich strengeres Kabelmanagement vonnöten. Mit einer TDP-Klassifizierung von 200 Watt sollte die Kühlung für die allermeisten Szenarien locker ausreichen. Ambitionierte Enthusiasten hätten mit der richtigen Platzausnutzung auch die Möglichkeit einer selbst gebauten Wasserkühlung. Für Neulinge empfiehlt sich dagegen ein passender AIO-Kühler, denn auch kleinere CPU-Luftkühler können in unserem Bauvorhaben für mehr Aufwand ohne besonderen Vorteil sorgen.

Jonsplus i100 Mini-ITX

Gar nicht so Mini, wie es zunächst scheint. Ins 180 Euro Jonsplus i100 Pro Mini-ITX passt so einiges.

Elegant, edel und mit genügend Platz versorgt, kann das i100 Pro Mini-ITX Gehäuse von Jonsplus nicht nur für ein schickes Design, sondern auch für einiges an Performance sorgen. Die Verarbeitung ist hochwertig und bietet einige Bauoptionen, wie die vertikale Montage der Grafikkarte über ein mitgeliefertes PCI-E-3.0-Riser-Kabel oder die Wahl zwischen dem klassischeren ATX- oder dem kleineren SFX-Netzteilformfaktor. Mit dem Zwei-Kammer-System lassen sich Kompaktwasserkühler (bis zu 360er Radiatoren) und größere GPUs (bis zu 37,3 cm Länge) ohne große Schwierigkeiten verbauen. Die obere Staubfilterabdeckung ist magnetisch. Der Bau ist durch das Entfernen der beiden Seitenteile nicht allzu herausfordernd. Eng kann es dagegen bei zu großen oder zu kurzen AIOs werden, die praktischerweise auch von oben direkt eingebaut werden können. Lüfter sind keine enthalten. Wir entschieden uns für drei Silent Wings von Be Quiet, die an der Unterseite in Serie geschaltet und ans Mainboard angeschlossen sind.

WD Black SN850 NVME

PCI-E-4.0-SSDs sind auf dem Vormarsch. Die 1 TByte SN850 kann auf absehbare Zeit für genügend Performance sorgen.

Die erste PCI-E-4.0-M.2-SSD von Western Digital schafft laut Datenblatt eine Lesegeschwindigkeit von bis zu 7.000 MB/s und einer Schreibrate von 5.000 MB/s und schlägt im Test knapp die 980 Pro von Samsung. Günstiger und kaum merklich langsamer kann das PCI-E-3.0-Modell SN750 sein. Eine HDD ist zwar auch hinten am Gehäuse möglich, allerdings könnte es je nach Aufstellung mit dem Grafikkarten-Platz schwierig werden. An der Front des Gehäuses ist Platz für ein 2,5-Zoll-Laufwerk. Wie die SN750 wird es auch die SN850 in einer Version mit und ohne Kühlkörper geben. Zum einen verwenden manche Mainboards ohnehin eigene Passivkühlaufsätze, zum anderen sind sie technisch nach wie vor nicht nötig. Ja, sie senken zwar die Temperatur der SSD, die oft unterhalb der Grafikkarten-Heizung liegt, aber die hohen Temperaturen beeinflussen die Praxisleistung nicht, was wir immer wieder in Stichproben-Tests bestätigt bekommen.

V850 SFX Gold 850 Watt

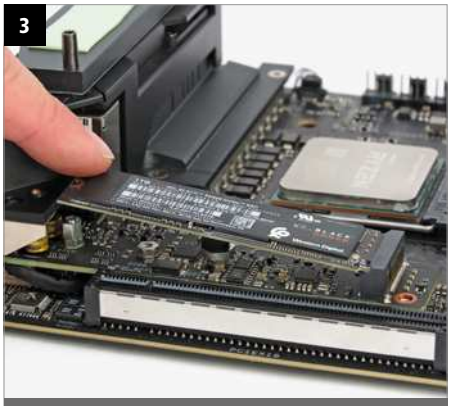
Das Cooler Master V850 SFX ist deutlich kleiner als ATX-Netzteile und erleichtert insofern Kabelführung und Luftdurchzug.

Ganz ohne Kompromisse kommen SFX-Netzteile nicht aus, denn auch hier folgt dem geringeren Volumen eine höhere Komponentendichte mit einem kleineren Lüfter. Der Vorteil eines SFX-Netzteils in unserem Beispiel ist der erleichterte Einbau von Kompaktwasserkühlern, ohne mit größeren Platzproblemen rechnen zu müssen. Nicht modulare Netzteile wären zwar auch theoretisch einbaubar, jedoch empfiehlt es sich mindestens ein modulares, kleineres ATX-Netzteil zu nehmen, falls man die mögliche Lautstärke von SFX-Netzteilen vermeiden will. Das V850 SFX ist bis zu einer Last von 15 Prozent passiv gekühlt. Ab einer höheren Last schaltet sich der Lüfter automatisch dazu. Der zusätzliche Platz sorgt für einen besseren Airflow und einer einfacheren Kabelführung.

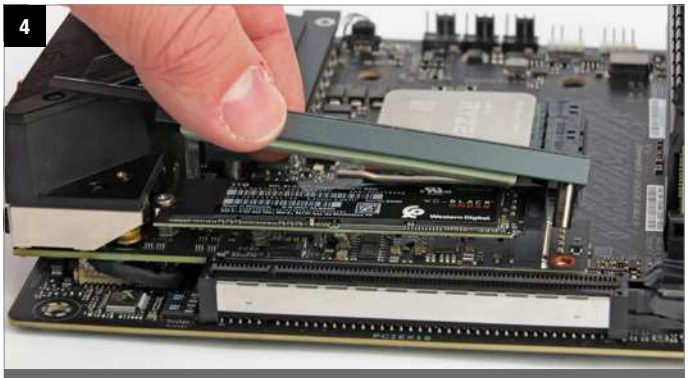
Bauanleitung

In welcher Orientierung die CPU in den geöffneten Sockel gelegt werden muss, ist anhand eines Pfeils an der CPU und dem Mainboard ersichtlich.

Der RAM kann in den Slots über der CPU eingesetzt werden. Die Sticks werden anhand der Aussparung in der Mitte vorsichtig reingedrückt, bis es klickt.



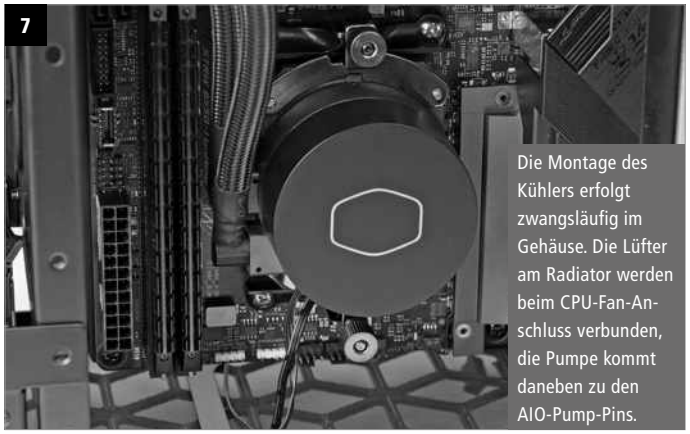
Der NVME-M.2-Slot befindet sich unter dem mit Schrauben befestigten Heatspreader. Die Kontakte werden behutsam in den seitlichen Sockel gelegt.



Die SSD sollte jetzt durch ein runterdrücken an der Seite mit der vorher gelösten Schraube und dem Heatspreader befestigt werden.

Das Mainboard wird nun in der rechten Kammer an den jeweiligen Ecken und Aussparungen im Gehäuse festgeschraubt.

Die Kompaktwasserkühlung lässt sich praktischerweise oben an einer Halterung montieren.



Die Montage des Kühlers erfolgt zwangsläufig im Gehäuse. Die Lüfter am Radiator werden beim CPU-Fan-Anschluss verbunden, die Pumpe kommt daneben zu den AIO-Pump-Pins.

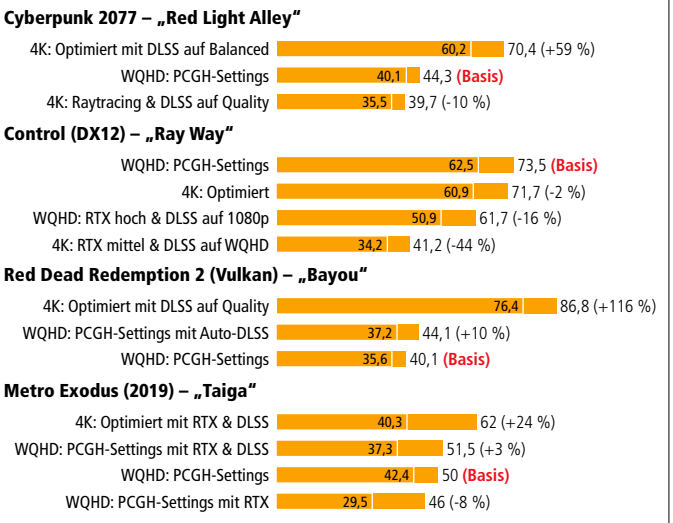
Das Netzteil lässt sich an einer Gehäuse-Halterung frei verstellen und festschrauben. Ein Stromkabel ist bereits intern verlegt.

Die GPU wird in der linken Kammer über das mitgelieferte Riser-3.0-Kabel verbunden.

ITX-PC: Konfiguration, Benchmarks und Tuning

Ehe Sie die Komponenten fest verbauen, sollten Sie überprüfen, ob im UEFI des Mainboards der PCI-E-3.0-Modus eingestellt ist. Das im Jonsplus i100 Pro mitgelieferte Riser-3.0-Kabel kann ansonsten für ein schwarzes Bild sorgen. Eine interne GPU würde bei dem Problem helfen, jedoch fehlt diese bei der Ryzen-5000X-Serie. Daher gibt es zwei Optionen: Entweder Sie stellen den PCI-E-Modus ohne Riser-Kabel auf Generation 3, beispielsweise über die Suche mit F9 und „PCIE“ als Eingabe, oder Sie besorgen sich ein teures Riser-4.0-Kabel. In unserem Fall stört das mitgelieferte 3.0-Riser-Kabel nicht, was wir in einer Stichprobe bestätigt bekommen haben.

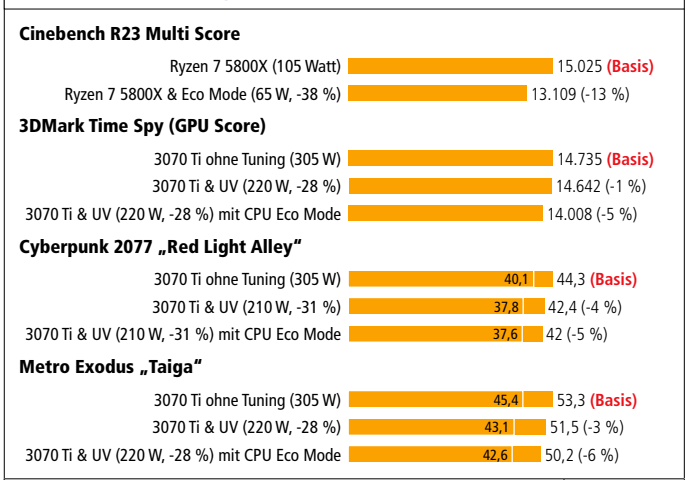
Spieleleistung mit unterschiedlichen Settings



System: Ryzen 7 5800X, Asus B550-i, RTX 3070 Ti, DDR4-3800 mit FCLK-Frequenz von 1900 MHz **Bemerkungen:** „Optimiert“ bedeutet hier manuell angepasste Regler für eine ausgewogene Mischung zwischen Performance und Grafik.

P1 Ø Fps
▶ Besser

Effizienz-Tuning



System: Ryzen 7 5800X, Asus B550-i, DDR4-3800 mit FCLK-Frequenz von 1900 MHz **Bemerkungen:** Bis zu 31 Prozent weniger GPU-Stromverbrauch bei nur 4 Prozent Performanceverlust ist ordentlich. Spannungskurven-Werte: 850 mV bei 1860 MHz.

Fps/Score
P1 Ø
▶ Besser

Konfigurationstipps

Die RTX 3070 Ti bringt oft genug Leistung für die 4K-Auflösung mit, spätestens mit DLSS- oder FSR-Upscaling. Der Ryzen 7 5800X sorgt unterdessen für mehr als genug CPU-Leistung sowohl für Videoschnitt als auch Gaming. Mit einfachen Kniffen lässt sich die Kombination nach Bedarf auch etwas tunen.

Tipp 1 Aktivieren Sie im UEFI DOCP Im Advanced Mode gibt es unter dem AI-Tweaker-Reiter beim AI-Overclock-Tuner die Option DOCP einzuschalten. Es wird, ähnlich wie bei Intel-Systemen mit XMP, ein voreingestelltes Profil für den Arbeitsspeicher geladen. Der Infinity-Fabric-Takt, als FCLK-Frequenz im UEFI, sollte die Hälfte des Dual-Channel-Taktes sein. Bei DDR4-3800 MHz sollte der Infinity-Fabric-Takt auf 1.900 MHz gestellt werden, um so für mehr Performance durch, vereinfacht gesagt, einem synchronen Austausch zwischen CPU und RAM zu sorgen. Stabilität ist bei der Ryzen 5000er-Serie bei DDR4-3600 MHz und einem IFT von 1800 MHz garantiert, alles darüber sorgt für einen automatischen OC.

Tipp 2 Passen Sie die Gehäuse- und CPU-Lüfter an. Die Lüfter lassen sich durch das manuelle Anpassen der Lüftersteuerung im UEFI teils deutlich ruhiger stellen. Mit F6 lässt sich das Lüfterkontrollmenü öffnen. Ziel ist eine flachere Kurve, bei der die Lüfter erst später bei höheren Temperaturen anschlagen.

Zu hohe Temperaturen?

Dass es in einem Mini-ITX auch etwas heißer zugehen kann als gewohnt, sollte Sie allerdings nicht verunsichern. In unseren Messungen ging es unter längerer Last zwar in den 80-Grad-Bereich (für den 5800X normal, da alle acht Kerne auf einem CCD/CCX vereint sind), jedoch waren die anliegenden Taktraten bei CPU und GPU stets auf hohem und vor allem stabilen Niveau. Im ungünstigen Fall eines heißen Sommertages takten sich die Komponenten automatisch runter. In unseren Messungen konnten wir bei 24 °C Zimmertemperatur kein Thermal-Throttling ausmachen. Die verbaute Cooler Master Kompaktwasserkühlung kommt mit der Auslastung zurecht.

Da das Jonsplus i100 Mini-ITX keine Lüfter enthält, ist es ratsam, sich zusätzlich welche zu besorgen. Durch den Einbau dreier Silentwings 3 von Be Quiet bleibt nicht nur der edle Flair erhalten, sondern vor allem auch die Temperatur in einer ansonsten zu warmen Kammer. Die Frischluft wird von den unteren drei Gehäuselüftern durch einen Staubfilter angezogen und zieht aufgewärmt weiter nach oben, wo schließlich die CPU-Kühler die Luft durch den Radiator wehen. Folge ist zwar einerseits eine warme Abdeckung, allerdings bleibt so ein größerer Luftstau erspart. Airflow-Hindernisse kann es vor allem bei ungünstiger Kabelführung und größeren Komponenten wie einem ATX-Netzteil geben.

Tipp 3 Je mehr Luft sich frei durch das Gehäuse bewegen kann, desto besser. Freiliegende Kabelstränge sollten gut verstaut werden, um der Luft nicht im Weg zu sein. Schon die mitgelieferten Erweiterungen der Standfüße sorgen für einen besseren Luftdurchzug, indem die unteren Lüfter etwas mehr Abstand zum Boden gewinnen. Die Einzelteile werden mit einem Gewinde verbunden und gemeinsam verschraubt.

Tipp 4 GPU-Undervolting und Eco-Mode bieten sich an. Der Overclock-Gedanke mag vielleicht naheliegen, jedoch funktioniert gerade bei der RTX 3000er-Serie Undervolting ziemlich gut. Weniger Stromverbrauch bei beinahe selbem Ergebnis sorgt für eine angenehmere Temperatur und bessere Effizienz. Mit dem MSI-Afterburner lässt sich die Takt-MHz/mV-Spannungskurve anpassen, auch wenn mit STRG-F versteckt. In unserem Beispiel lief 850 mV bei 1860 MHz am stabilsten mit einer ansehnlichen Effizi-

enzsteigerung (siehe Benchmarks). Der AMD-Eco-Mode kann da prima im UEFI ergänzt werden. Mit der F9-Suche und „ECO“ kann der Eintrag schnell gefunden werden. Im Eco-Mode wird die Leistungsaufnahme der CPU von 105 auf 65 Watt limitiert. In Gaming-Szenarien ist der Performance-Verlust kaum bis gar nicht bemerkbar, ideal für den Sommer und Alltag.

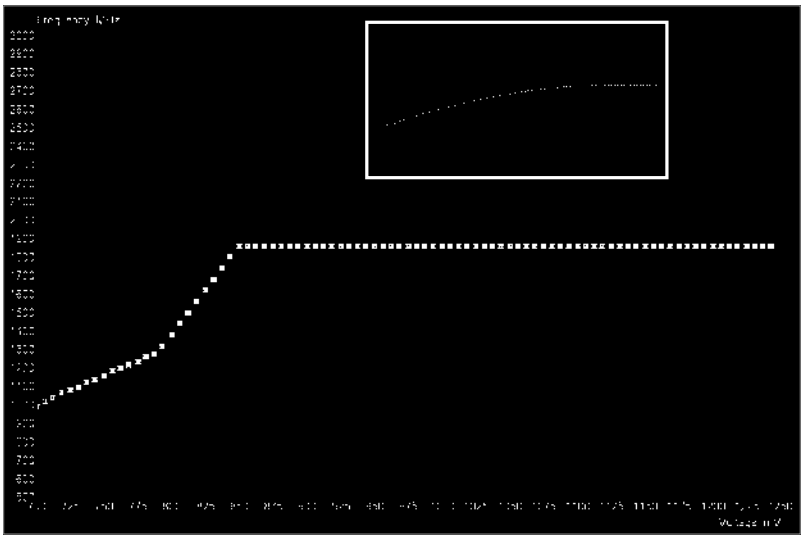
Tipp 5 Kein UEFI-Reset mit dem PCI-E-3.0-Riser-Kabel! Denn sonst stehen Sie wieder vor dem ursprünglichen Problem mit dem fehlenden PCIE-3.0-Modus und müssten dann die und Umstellungsprozedur wiederholen.

Alternativkomponenten

Wer es noch gerne günstiger haben möchte, kann zu langsameren Arbeitsspeicher und kleinerer SSD greifen, ohne gravierend an Spieleleistung zu verlieren. Die Alternativen auf dem Grafikkartenmarkt sind durch die immer noch hohen Preise leider alle genauso unattraktiv teuer wie die Gigabyte RTX 3070 Ti. Ein definitiver Fehler wäre es, aktuell eine RTX 3070 zu kaufen, die sich auf demselben Preisniveau von 900 Euro hält.

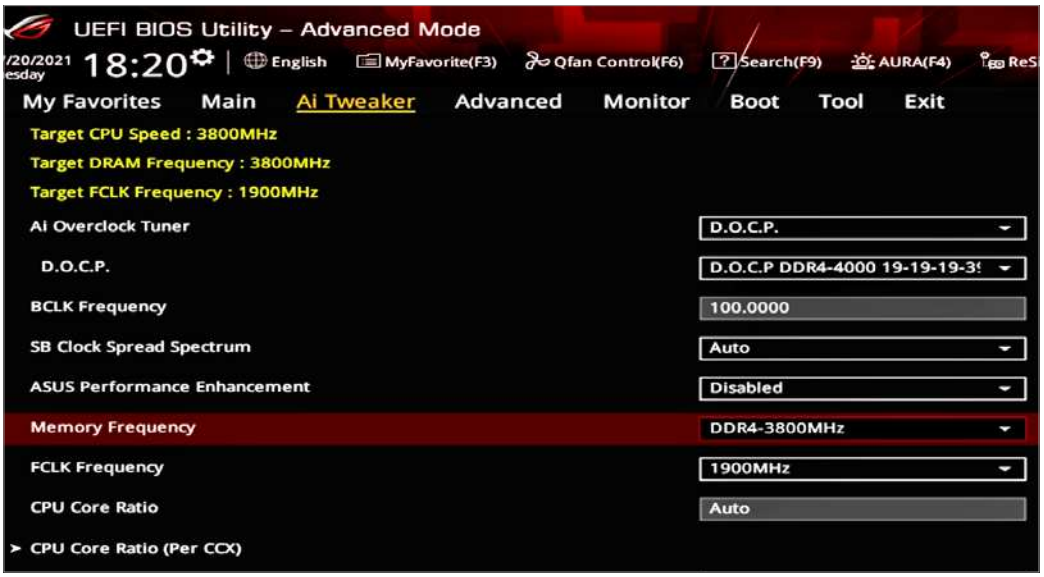
Beachtliches Gesamtpaket

Es müssen nicht immer die großen Big-Tower-Giganten sein. Auch im kleinen Format lässt es sich gut arbeiten und spielen. Wer noch nie ein ITX-System gebaut hat, dem kann das Jonsplus i100 Pro Mini-ITX empfohlen werden, da es fast schon Micro-ATX-Größe hat und nicht ganz so viele Platzkompromisse erfordert, gerade bei der Grafikkarte. *(re)*



Mittels Kurveneditor des MSI Afterburner kann die Stromaufnahme und Wärmeabgabe deutlich verringert werden, sodass insgesamt die Effizienz steigt (Fps pro Watt). Jede GPU kommt allerdings mit ihrer eigenen Stabilität, daher weichen Werte ab.

Die flachere Kurve (rot) lässt sich über die manuelle Punktverschiebung erreichen. Auch bei den Gehäuselüftern kann sich durch Anpassen ein deutlich ruhigeres Gesamterlebnis erzielen. Für OC-Begeisterte wäre der gegenteilige Schritt denkbar.



Asus bietet zwar nicht gerade die übersichtlichste UEFI-Oberfläche, dafür aber unzählige (!) Optionen. Im Zweifel lassen sich die meisten Einstellungen über die Suchfunktion mittels F9-Taste finden.

Fazit PCGH

Kleiner heißt nicht schwächer

Größer bedeutet nicht automatisch besser. Wem der kleinere Formfaktor zusagt, der muss sich nicht allzu große Sorgen machen. Die Tücken sind überwiegend überschaubar und mit der richtigen Planung ist auch so was wie eine Custom-Wasserkühlung möglich. Motivation ist dabei der erste Schritt.

Bild: Aidbox

Zweiter Frühling

Alle Arbeiten geschehen auf eigene Gefahr.

Neue Spiele ruckeln und machen Ihrer Grafikkarte hörbar zu schaffen? Nicht verzagen – PCGH fragen! Wir zeigen, wie Sie ihre alte Pixelpumpe wieder fitmachen.

Wenn's mal wieder ruckelt, müssen Sie nicht gleich Ihr Konto plündern. Die anhaltend hohen Preise am Grafikkartenmarkt verhindern so manche Aufrüstung, ergo gilt es, das Beste aus der vorhandenen Grafikkarte zu machen. In jedem Exemplar steckt ungenutztes Potenzial. Möglich wird dies durch mehr oder minder üppige Sicherheitsreserven, mit denen die Hersteller ihre Produkte spezifizieren. Übertakter nutzen diesen Spielraum aus, um die Fps-Raten in Spielen teils signifikant zu erhöhen, riskieren dabei jedoch Instabilität.

In diesem Artikel geben wir verschiedenartige Tipps und Inspirationen, wie Sie Ihre Grafikkarte verjüngen können. Das Beste dabei: Die meisten Maßnahmen sind kostenlos – aber nicht frei von Risiken und Nebenwirkungen! Daneben übertakten wir acht populäre Grafikkarten der Baujahre 2015 bis 2017 und stellen sie in Benchmarks aktuellen Modellen gegenüber.

Das Pixel-Dilemma

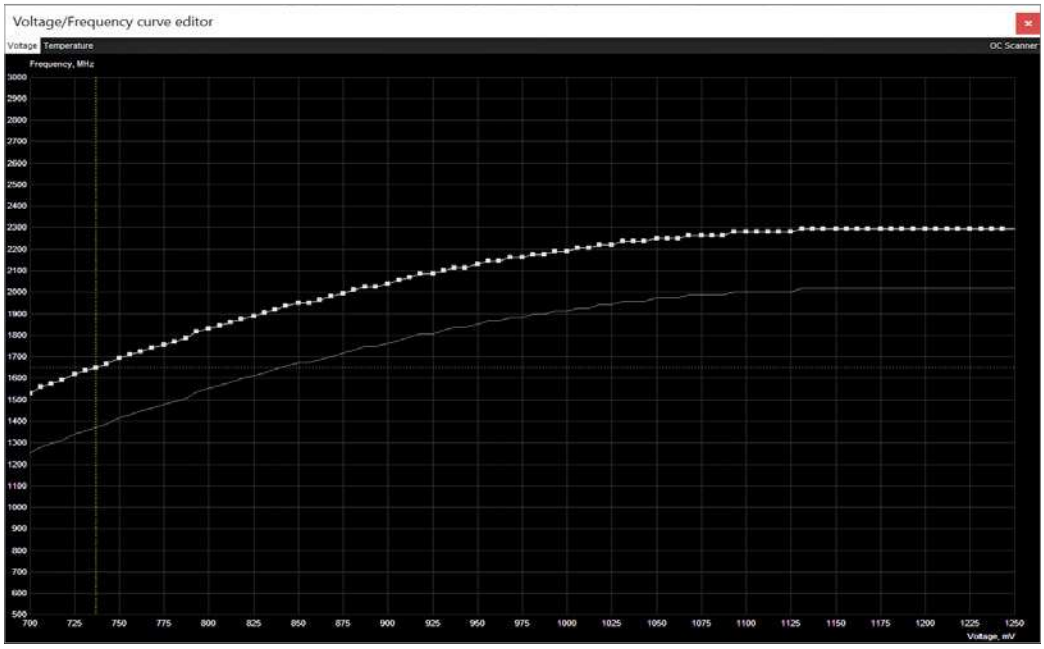
Der Hauptprozessor (CPU) ist die zentrale Recheneinheit Ihres PCs und daher elementar für einen schnellen Ablauf. In den meisten PC-Spielen führt eine Beschleunigung der CPU deswegen aber nicht automatisch zu einer fühlbar besseren Leistung – weil die Grafikkarte (GPU) limitiert. Ob die CPU oder doch die GPU das Spielerlebnis trübt, lässt sich einfach durch das Herabsetzen der Auflösung prüfen. Letztere ist nämlich allein Sache der Grafikkarte: Je mehr Pixel, desto größer die Grafiklast. Den Prozessor kümmert es nicht, in welcher Auflösung Sie spielen, seine Aufgaben – zu denen auch das Befehligen der Grafikkarte gehört – sind pixelunabhängig. Ist die GPU überfordert, legt die CPU Leerlaufzyklen ein. In diesem Fall herrscht ein sogenanntes Grafik(karten)limit vor und ein stärkerer Prozessor ändert rein gar nichts an der Bildrate.

Doch aus dem Grafik- kann schnell ein Prozessorlimit werden, wenn Sie die Auflösung, Kantenglättung und weitere GPU-intensive Effekte, etwa Beleuchtungsqualität oder Umgebungsverdeckung, ausschalten. Steigt die Bildrate nach starker Absenkung der Auflösung nur minimal oder gar nicht, herrscht ein CPU-Limit vor. Dieses ist nicht Gegenstand dieser Betrachtung, sondern die Leistung der Grafikkarte. Diese spielt vor allem dann eine wichtige Rolle, wenn Sie mit einem hochauflösenden Monitor spielen. Bereits WQHD/1440p zeichnet signifikant mehr Bildpunkte als Full HD/1080p und in Ultra HD/2160p ist ein Prozessorlimit aufgrund der vielen Pixel grundsätzlich selten. Sie stehen im Ruckel-Fall vor der Wahl. Entweder Sie reduzieren die Anzahl der Pixel, etwa durch eine manuell herabgesetzte Auflösung oder Upscaling-Verfahren wie FSR (siehe PCGH 08/2021). Oder Sie helfen Ihrer Grafikkarte dabei, die Pixelflut schneller zu bewältigen. Overclocking – der gezielte Betrieb jenseits der Herstellerspezifiktion – ist das Stichwort.

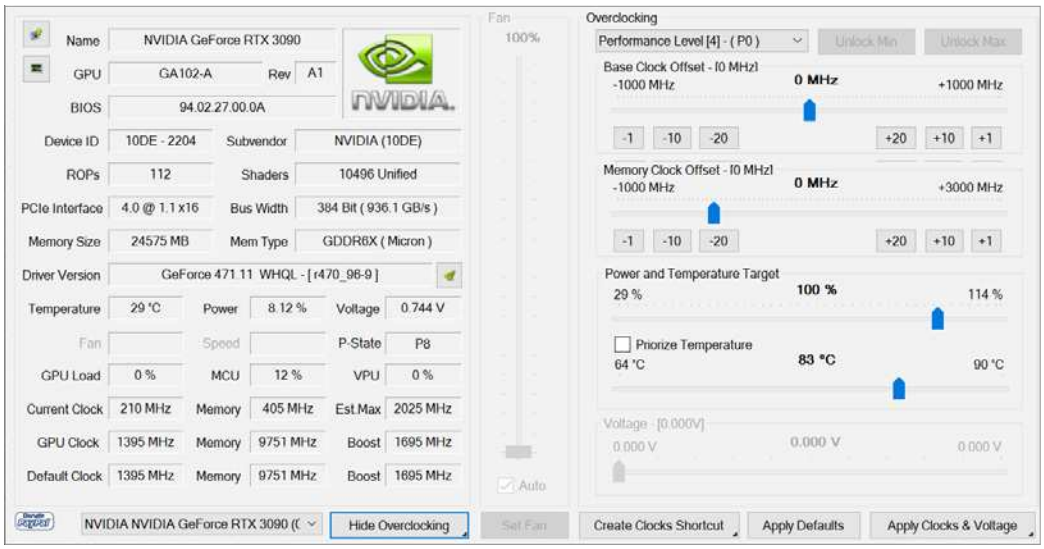
Grafikkarten seit 2013: Overclocking-Richtwerte (Auswahl)

	Standardtakt*	OC-Takt (durchschnittlich)	OC-Takt (optimistisch)**
Nvidia Geforce			
Geforce RTX 3090	1.695/9.702 MHz	1.900/10.200 MHz	2.000/11.000 MHz
Geforce RTX 3080 Ti	1.665/9.502 MHz	1.900/10.000 MHz	2.000/10.500 MHz
Geforce RTX 3080	1.710/9.502 MHz	2.000/10.000 MHz	2.100/10.500 MHz
Geforce RTX 3070 Ti	1.770/9.502 MHz	2.000/10.000 MHz	2.100/10.500 MHz
Geforce RTX 3070	1.725/7.001 MHz	2.000/7.500 MHz	2.100/8.200 MHz
Geforce RTX 3060 Ti	1.665/7.001 MHz	2.000/7.500 MHz	2.100/8.200 MHz
Geforce RTX 3060 12GB	1.777/7.500 MHz	2.000/8.000 MHz	2.150/8.500 MHz
Geforce RTX 2080 Ti	1.545/7.000 MHz	1.900/7.700 MHz	2.000/8.000 MHz
Geforce RTX 2080 Super	1.815/7.751 MHz	2.000/8.000 MHz	2.050/8.200 MHz
Geforce RTX 2080	1.710/7.001 MHz	1.900/7.700 MHz	2.000/8.000 MHz
Geforce RTX 2070 Super	1.770/7.001 MHz	1.900/7.700 MHz	2.000/8.000 MHz
Geforce RTX 2070	1.620/7.001 MHz	1.900/7.700 MHz	2.000/8.000 MHz
Geforce RTX 2060 Super	1.650/7.001 MHz	1.900/7.700 MHz	2.000/8.000 MHz
Geforce RTX 2060	1.680/7.001 MHz	1.900/7.700 MHz	2.000/8.000 MHz
Geforce GTX 1660 Ti	1.770/6.001 MHz	1.900/6.500 MHz	2.000/7.000 MHz
Geforce GTX 1660 Super	1.785/7.001 MHz	1.900/7.600 MHz	2.000/7.900 MHz
Geforce GTX 1660	1.785/4.001 MHz	1.900/4.500 MHz	2.000/4.700 MHz
Geforce GTX 1080 Ti	1.582/5.508 MHz	1.800/5.800 MHz	2.000/6.000 MHz
Geforce GTX 1080	1.733/5.006 MHz	1.898/5.400 MHz	2.000/5.500 MHz
Geforce GTX 1070 Ti	1.683/4.007 MHz	1.898/4.400 MHz	2.000/4.500 MHz
Geforce GTX 1070	1.683/4.007 MHz	1.898/4.300 MHz	2.000/4.500 MHz
Geforce GTX 1060	1.709/4.007 MHz	1.898/4.300 MHz	2.000/4.500 MHz
Geforce GTX 1050 Ti	1.392/3.506 MHz	1.700/3.900 MHz	1.800/4.000 MHz
Geforce GTX 1050	1.455/3.506 MHz	1.700/3.900 MHz	1.800/4.000 MHz
Geforce GTX 980 Ti	1.076/3.506 MHz	1.300/3.800 MHz	1.400/3.900 MHz
Geforce GTX 980	1.216/3.506 MHz	1.400/3.800 MHz	1.550/4.099 MHz
Geforce GTX 970	1.178/3.506 MHz	1.400/3.800 MHz	1.500/4.001 MHz
Geforce GTX 960	1.178/3.506 MHz	1.400/3.800 MHz	1.500/4.001 MHz
Geforce GTX 780	902/3.004 MHz	1.058/3.400 MHz	1.110/3.600 MHz
Geforce GTX 770	1.085/3.500 MHz	1.202/3.800 MHz	1.254/4.002 MHz
AMD Radeon			
Radeon RX 6900 XT	2.015/8.000 MHz	2.400/8.400 MHz	2.600/8.600 MHz
Radeon RX 6800 XT	2.015/8.000 MHz	2.400/8.400 MHz	2.600/8.600 MHz
Radeon RX 6800	1.815/8.000 MHz	2.300/8.400 MHz	2.400/8.600 MHz
Radeon RX 6700 XT	2.424/8.000 MHz	2.700/8.400 MHz	2.800/8.600 MHz
Radeon RX 5700 XT	1.755/7.000 MHz	2.000/7.300 MHz	2.100/7.600 MHz
Radeon RX 5700	1.625/7.000 MHz	1.750/7.300 MHz	1.800/7.400 MHz
Radeon RX 5600 XT	1.375/6.000 MHz	1.600/7.000 MHz (mit 14-GTs/-BIOS)	1.700/7.200 MHz (mit 14-GTs/-BIOS)
Radeon RX 5500 XT	1.717/7.000 MHz	1.750/7.000 MHz	1.800/7.400 MHz
Radeon VII	1.800/1.000 MHz	1.900/1.100 MHz	2.000/1.200 MHz
Radeon RX Vega 64	1.546/945 MHz	1.550/1.000 MHz	1.600/1.050 MHz
Radeon RX Vega 56	1.471/800 MHz	1.500/900 MHz	1.600/950 MHz
Radeon RX 590	1.545/4.000 MHz	1.600/4.400 MHz	1.650/4.500 MHz
Radeon RX 580/8G	1.340/4.000 MHz	1.400/4.300 MHz	1.450/4.500 MHz
Radeon RX 570	1.244/3.500 MHz	1.300/3.900 MHz	1.400/4.000 MHz
Radeon RX 480/8G	1.266/4.000 MHz	1.300/4.200 MHz	1.350/4.500 MHz
Radeon RX 480/4G	1.266/3.500 MHz	1.300/3.900 MHz	1.350/4.200 MHz
Radeon RX 470	1.206/3.300 MHz	1.300/3.600 MHz	1.350/4.000 MHz
Radeon R9 Fury X	1.050/500 MHz	1.100/525 MHz	1.150/550 MHz
Radeon R9 Fury	1.000/500 MHz	1.100/525 MHz	1.150/550 MHz
Radeon R9 390X	1.050/3.000 MHz	1.100/3.200 MHz	1.150/3.400 MHz
Radeon R9 390	1.000/3.000 MHz	1.100/3.200 MHz	1.150/3.400 MHz
Radeon R9 380/4G	970/2.850 MHz	1.050/3.000 MHz	1.100/3.200 MHz
Radeon R7 370	975/2.800 MHz	1.050/3.000 MHz	1.150/3.200 MHz
Radeon R9 290X	1.000/2.500 MHz	1.100/2.800 MHz	1.200/3.000 MHz
Radeon R9 290	947/2.500 MHz	1.100/2.700 MHz	1.150/3.000 MHz
Radeon R9 280X	1.000/3.000 MHz	1.100/3.300 MHz	1.200/3.500 MHz
Radeon R9 285	918/2.750 MHz	1.050/3.000 MHz	1.100/3.200 MHz
Radeon R9 280	933/2.500 MHz	1.100/2.800 MHz	1.150/3.000 MHz
Radeon R9 270X	1.050/2.800 MHz	1.150/3.000 MHz	1.200/3.100 MHz
Radeon R9 270	925/2.800 MHz	1.050/3.000 MHz	1.150/3.200 MHz

*Typischer GPU-Boost laut Hersteller/effektiver RAM-Takt **Erfordert ein Custom-Design mit guter Kühlung, Maximalspannung und -Powerlimit in OC-Tools sowie etwas Glück



Takt/Spannungskurve: Drücken Sie STRG + F im Hauptfenster des MSI Afterburner, können Sie für jeden Taktschritt eine Spannung festlegen. Ist ein Punkt markiert, können Sie mittels L-Taste diesen Wert auch forcieren – Ihre Geforce wird fortan höchstens damit arbeiten. Eine maßgeschneiderte Voltage/Frequency Curve ist der beste Weg, eine Grafikkarte optimal auszureizen.



Nvidia Inspector: Dank Zugriffs auf die NVAPI die Allzweckwaffe für Geforce-Nutzer. Das Tool kann nicht nur übertakten, sondern beinhaltet auch den mächtigen Profil-Editor, in dem Sie global oder pro Spiel alles einstellen können, was der Treiber hergibt.

Das richtige Werkzeug

Egal ob Sie sich als Anfänger oder Profi sehen, beim Übertakten leistet das Tool MSI Afterburner (aktuelle Version auf der Heft-DVD) treue Dienste. Dank kontinuierlicher Weiterentwicklung werden auch neue Grafikkarten zeitnah unterstützt, weshalb das Tool auch in unserem Testalltag nicht mehr wegzudenken ist. Nur in seltenen Einzelfällen, etwa speziellen Designs von Asus, EVGA und Sapphire, können die herstellereigenen Programme GPU Tweak, Precision XOC und Trixx eine bessere Wahl darstellen, etwa weil der Spannungskontrollchip nur hiermit angesprochen werden kann.

Für den Anfang ist das Vorgehen denkbar einfach: Ziehen Sie den Taktregler in kleinen Schritten nach rechts, wenden Sie die Änderungen an und testen Sie anschließend Ihr Lieblingsspiel, am besten über mehrere Stunden. Anfangs dürfen Sie ruhig mutig sein und 50 MHz obendrauf packen, spätestens bei +100 MHz empfehlen wir jedoch kleinere Schritte. Die Erfahrung lehrt, dass Sie außerdem niemals GPU und RAM gleichzeitig übertakten sollten, um im Falle eines Absturzes schneller die Fehlerquelle zu erkennen. Erst die GPU, da sie die größten Leistungsgewinne verspricht, dann den Speicher.

Macht sich das Limit in Gestalt von Grafikfehlern oder gar Abstürzen bemerkbar, senken Sie den Takt etwas. Abschließend stellen Sie die einzeln ermittelten Taktlimits für GPU und RAM gleichzeitig ein. Nicht selten wird die Grafikkarte dann doch instabil, da das kombinierte Overclocking eine höhere Last und Leistungsaufnahme verur-

Overclocking vs. Garantie bei Referenzmodellen

Wer eine „Made by AMD"-Radeon (MBA) oder Geforce Founders Edition (FE) nutzt, sieht sich mit unterschiedlichen Garantiebedingungen konfrontiert.

Wie man es dreht und wendet, Overclocking entspricht dem Betrieb außerhalb der Spezifikation. Die Hersteller gehen damit unterschiedlich um – nicht nur Asus, MSI, Gigabyte & Co., sondern auch AMD und Nvidia selbst. Wer beispielsweise eine Radeon RX 6900 XT oder 6800 XT gekauft hat, kann diese im Rahmen des Treiber-Lieferumfangs übertakten. Dafür gibt es ein eigenes Tuning-Menü namens „Leistung". Dort findet man nach dem Abnicken der Nutzungsvereinbarung einen Button namens „Laut" (Rage). Hinter der kruden Übersetzung steckt ein Modus, welcher das GPU-Powerlimit und die Lüfterleistung leicht anhebt. Der Clou: AMD garantiert den Betrieb im Rage-Mode. Manuelles Overclocking hingegen, egal ob im Treiber oder mithilfe eines der zahlreichen externen Tuning-Tools, stellt bei von AMD produzierten Grafikkarten (MBA) offiziell einen Verstoß gegen die Garantiebedingungen dar. Der Rage-Mode darf bei 6900 XT und 6800 XT unterdessen nach Herzenslust genutzt werden – fehlt jedoch auf anderen Modellen (auch bei der 6900 XT LC).

Nvidia handhabt die Dinge bei den Founders-Edition-Modellen deutlich anders. Das Geforce-Treiberpanel bietet keinerlei Overclocking-Funktionen. Allerdings stellt nichts von dem, was Sie in Tools wie dem Nvidia Inspector, MSI Afterburner, EVGA Precision & Co. einstellen können, einen Garantieverstoß dar. Ein solcher liegt erst dann vor, wenn Sie die Firmware Ihrer Grafikkarte modifizieren.

Diese Ausführungen beziehen sich rein auf die Referenzkarten von AMD und Nvidia. Wie die Boardpartner im Detail mit der Garantie bei manueller Übertaktung verfahren, steht auf einem anderen Blatt.

sacht. Läuft auch das über Stunden in verschiedenen Spielen stabil, haben Sie Ihr Ziel erreicht.

GPU-Eigenheiten

Aktuelle Grafikchips überwachen permanent ihre Vitalfunktionen, darunter Temperatur und fließende Ströme. Übersteigen beide oder einzelne Parameter die festgelegten Grenzwerte, taktet sich die GPU herunter, um innerhalb dieser Limits zu bleiben. Zu Anfang, wenn Sie ein Spiel starten, ist der Chip kühl, was eine geringe Leistungsaufnahme zur Folge hat und es der Grafikkarte ermöglicht, ihren höchsten Boost-Takt zu nutzen. Fortlaufende Erwärmung während des Spielens führt zu einer höheren Leistungsaufnahme, Leckströme nehmen zu. Infolgedessen gerät der Takt bei vielen Grafikkarten stärker ins Wanken, die GPU passt ihre Frequenz und die anliegende Spannung dynamisch an.

Mitunter drosselt eine Grafikkarte direkt nach Spielstart ihren Boost, manchmal gar nicht. Welcher Fall eintritt, hängt von den Eigenheiten Ihrer Lieblingsspiele ab, denn einige heizen dem Grafikchip stärker ein als andere. Im PCGH-Testlabor haben sich beispielsweise Anno 2070, Desperados 3, The Witcher 3 und Metro Exodus Enhanced Edition – für Raytracing-Grafikkarten – als gute Anheizer hervorgetan.

Spielen Sie hingegen DOTA 2, CS:GO oder andere anspruchslose Spiele in geringen Auflösungen, kann es sein, dass Ihre Grafikkarte wegen fehlender Auslastung mit geringen Taktraten läuft. Auch aktive Framelimits oder V-Sync führen dazu, dass das Powerlimit seltener als Boost-Bremse fungiert.

Kühlen Kopf bewahren

Beim Übertakten ist gute Kühlung aufgrund der genannten Eigenheiten ein Grundpfeiler des Erfolgs. Sowohl Radeon- als auch Geforce-Grafikkarten rechnen mit einer geringen Temperatur schneller als mit einer hohen – der opportunistische GPU-Boost-Mechanismus ist der Grund dafür. Neben der Möglichkeit, die Lüfterdrehzahl in Tools zu erhöhen oder einen anderen Kühler nachzurüsten, hilft auch ein Durchzug im Gehäuse beziehungsweise ein Seitenwandlüfter. Gerade im Sommer macht sich ein gutes Lüftungskonzept sowie leichter Unterdruck im Gehäuse bezahlt. Haben Sie genügend Lüfter im Gehäuse, überdenken Sie gegebenenfalls deren Anordnung und legen Sie auf jeden Fall eine automatische, temperaturgesteuerte Regelung im UEFI ihres Mainboards fest.

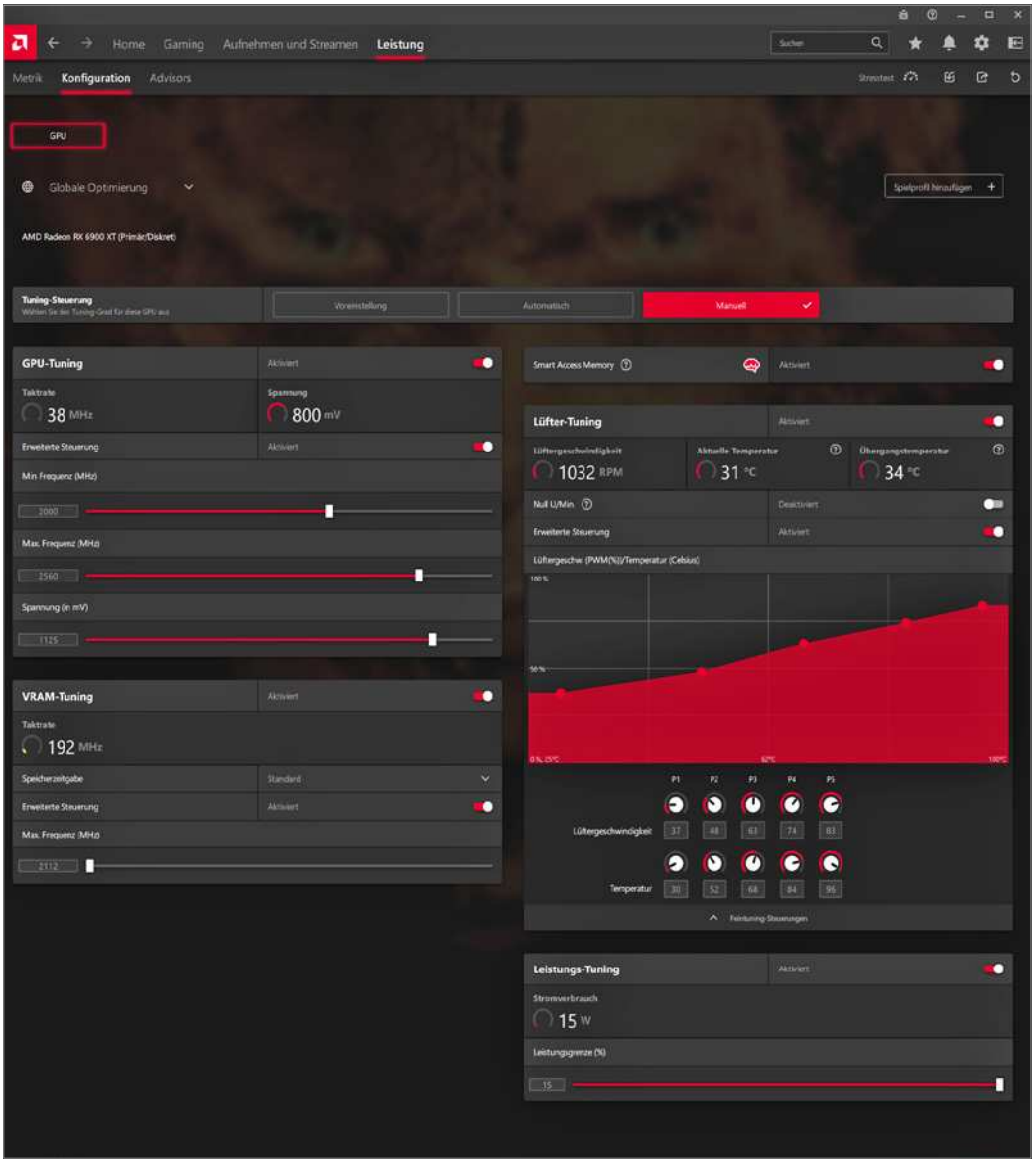
Radeon beschleunigen

Die Übertaktungs-Basics haben wir bereits genannt, Radeon und Geforce unterscheiden sich diesbezüglich kaum. Der einfachste Weg, um im dominanten Grafiklimit eine höhere Bildrate zu erhalten, ist, das Powerlimit zu erhöhen. Bei AMD-Grafikkarten bezieht sich das Powerlimit rein auf das Energie-Budget des Grafikchips, die sogenannte GPU-TDP. Bei einer Radeon RX 5700 XT beträgt diese beispielsweise 180 Watt (bei starkem Custom-Designs auch mal mehr als 200 Watt) und lässt sich bis zu einer in der Firmware festgelegte Obergrenze erhöhen. Mehr Power bedeutet eine freiere Entfaltung der GPU und somit einen höheren automatischen Boost, benötigt aber eine stärkere Kühlung. Erst wenn Sie das Taktniveau bei großzügigerem Powerlimit kennen, betätigen Sie die Taktregler. Auf diese Weise lassen sich Abstürze durch zu hohe Takt-Peaks bei anspruchslosen Spielen vermeiden. Als Radeon-Besitzer haben Sie die günstige Ausgangslage, dass der Grafiktreiber unter „Leistung" ein vielseitiges Tuning-Menü mitbringt – neuerdings inklusive Stabilitätstest. Stattdessen können Sie auch den Afterburner nehmen.

Geforce ausreizen

Im Gegensatz zu Radeons überwachen Geforce-Grafikkarten stets den Stromfluss des gesamten Boards. Das hat den Vorteil, dass die eingestellte Boardpower (TGP) zuverlässig eingehalten wird, führt jedoch auch zu Nebeneffekten im Grenzbereich. Übertakten Sie beispielsweise den Speicher, bekommt dieser etwas vom Energie-Kuchen ab, sodass sich die GPU heruntertakten muss.

Auch beim Tuning von Geforce-Grafikkarten raten wir daher dazu, zunächst das maximale Powerlimit einzustellen und die daraus resultierenden Taktraten in mehreren Spielen zu prüfen. Erst dann sollten Sie die Taktregler betätigen. Letztere funktionieren per Offset (Versatz), das heißt, die von Ihnen eingetragenen Zahlen werden auf den automatischen Boost addiert. Ein Beispiel: 1.800 MHz automa-



Radeon-Nutzer haben ein Ass im Ärmel: Das „Leistung"-Menü des Treibers bietet zahlreiche Stellschrauben, um die eigene Radeon schneller oder effizienter zu machen. Im Bild sehen Sie beispielhafte Einstellungen für eine Radeon RX 6900 XT, die dank geringerer Spannung und maximiertem Powerlimit (295 Watt für die GPU) unter Volllast knapp 2,5 GHz halten kann.

Maßnahmen gegen steigende Temperatur und Lärm

Ihre alte Grafikkarte war früher kühler und leiser? Dann ab damit in die Werkstatt zum „Ölwechsel".

Hitze ist der Hardware Erzfeind – zu dumm, dass sie ihre Nemesis selbst erzeugt. Damit die in Wärme umgewandelte elektrische Energie nicht zum Problem wird, verfügen Grafikkarten über ein aktives Kühlsystem. Dieses fördert den lieben langen Tag Luft und schreddert darin enthaltene Partikel. Falls Sie sich nicht daran erinnern können, wie Ihr PC von innen aussieht, wird es höchste Zeit: Mit den Betriebsstunden verfängt sich Dreck, allen voran Staub, im Kühler und diese „Panade" verhindert die Wärmeabgabe. In der Folge muss der installierte Lüfter schneller drehen und erreicht dennoch keine optimale Wärmeabfuhr. Eine grobe Reinigung via Staubsauger (optimal), Druckluftspray oder Pusten (ungesund) kann hier Wunder bewirken – auch oder gerade bei „Kannst du mal schauen, meine Grafikkarte brüllt"-Aktionen im Bekanntenkreis. Erfahrenere Nutzer demontieren spätestens nach einigen Jahren den Kühler (möglichen Garantieverlust bedenken) und sehen dort nach dem Rechten. Einige GPUs stecken bereits ab Werk in einem isolierenden Sumpf aus Wärmeleitmaterial, andere kranken an mit den Jahren ausgetrockneter Paste. Hier hilft eine Reinigung mittels fusselfreiem Tuch und Isopropanol, gefolgt von einem Hauch frischen Wärmeleitmittels.

Neue, sparsam aufgetragene Wärmeleitpaste hilft – auch dann, wenn Sie keine in Paste ertrunkene GPU vorfinden (wie das bemitleidenswerte Exemplar auf dem Bild).

Sieht Ihre Grafikkarte so aus, ist eine Reinigung überfällig. Sie dankt es Ihnen mit Laufruhe und, bei allen modernen GPUs, etwas höherer Leistung.

tischer Boost plus ein Offset von +100 MHz resultiert in einem Kerntakt von 1.900 MHz, solange das Powerlimit nicht in die Parade fährt oder die Temperaturgrenze erreicht wird.

Upscaling aktivieren

Wie eingangs erwähnt, spielt die Grafikleistung vor allem dann eine wichtige Rolle, wenn Sie mit einem hochauflösenden Monitor spielen. WQHD/1440p ist wesentlich grafiklastiger als Full HD/1080p und in Ultra HD/2160p ist ein Prozessorlimit eher selten. Steigt die Bildrate deutlich, nachdem Sie die Auflösung herabgesetzt haben, herrscht ein Grafiklimit vor. Die Nutzung einer nicht-nativen Auflösung führt jedoch zu einem weniger scharfen Bild. Aus diesem Grund bieten viele moderne Spiele die Möglichkeit des Upscalings: Sie wählen die native Auflösung Ihres Monitors und steuern mithilfe eines Reglers, mit welcher Pixelmenge intern gerechnet wird. Meist erfolgt die Steuerung via Slider, manchmal auch als Zahl – al-

GPUs 2013–2020 im Vergleich (Full HD)

Doom Eternal, maximale Details, sofern möglich (s. u.) – „Fortress"

	P1	Ø Fps
Zotac RTX 2080 Ti AMP/11G	195	245,4 (+653 %)
Asus RTX 2080 Super ROG Strix OC/8G	193	233,5 (+616 %)
MSI RTX 2080 Gaming X Trio/8G	182	220,7 (+577 %)
Sapphire RX 5700 XT Nitro+ SE/8G	160	197,6 (+506 %)
KFA2 RTX 2070 Super EX/8G	160	189,9 (+483 %)
Asus GTX 1080 Ti Strix OC/11G	151	185,7 (+470 %)
Nvidia Titan Xp Star Wars CE/12G	148	183,4 (+463 %)
AMD Radeon VII/16G	148	179,4 (+450 %)
Gainward RTX 2070 Phoenix GS/8G	143	170,7 (+424 %)
Powercolor RX 5700 Red Dragon/8G	138	168,6 (+417 %)
Asus RTX 2060 ROG Strix O6G/6G*	132	157,4 (+383 %)
PNY RTX 2060 Super Dual Fan/8G	129	156,6 (+380 %)
Sapphire RX Vega 64 Nitro Ltd. Ed./8G	127	150,7 (+362 %)
XFX RX 5600 XT Thicc III Ultra/6G*	124	149,1 (+357 %)
Radeon RX Vega 56 OC @ ~1.650/920 MHz	122	147,3 (+352 %)
Gigabyte GTX 1080 G1 Gaming/8G	116	141,6 (+334 %)
Powercolor RX Vega 56 Red Devil/8G	117	137,5 (+322 %)
MSI GTX 1070 Ti Gaming/8G	101	126,9 (+289 %)
Radeon RX Vega 56/8G	104	125,8 (+286 %)
Gainward GTX 1660 Super Pegasus OC/6G*	100	119,7 (+267 %)
Geforce GTX 1070 OC @ 2.100/4.703 MHz	94	117,3 (+260 %)
Geforce GTX 980 Ti OC @ 1.500/4.207 MHz*	88	109,0 (+234 %)
XFX RX 590 Fatboy/8G	91	108,3 (+232 %)
Radeon RX 480 OC @ 1.400/4.500 MHz	85	103,4 (+217 %)
Sapphire RX 5500 XT Pulse OC/8G	85	103,1 (+216 %)
Geforce GTX 1070/8G	81	101,1 (+210 %)
AMD Radeon R9 Fury X/4G*	77	94,8 (+191 %)
Sapphire RX 570 Nitro+ OC/8G	76	91,4 (+180 %)
Nvidia Geforce GTX Titan X/12G	73	90,5 (+178 %)
Radeon R9 290X OC @ 1.150/3.400 MHz	73	90,2 (+177 %)
Radeon RX 480/8G	73	89,9 (+176 %)
Powercolor RX 570 Red Devil/4G*	73	87,4 (+168 %)
Geforce GTX 980 Ti/6G*	68	85,3 (+162 %)
MSI R9 290X Gaming/8G	67	82,5 (+153 %)
Asus R9 390 Strix OC/8G	67	82,2 (+152 %)
EVGA GTX 1060 Superclocked/6G*	66	81,0 (+148 %)
Radeon R9 290X/8G	64	79,4 (+144 %)
Geforce GTX 970 OC @ ~1.500/4.001 MHz*	58	70,9 (+117 %)
Asus GTX 970 Strix OC/3,5+0,5G*	51	62,5 (+92 %)
Radeon HD 7970 OC @ 1.250/3.400 MHz**	43	60,9 (+87 %)
XFX R9 380 DD Black Edition/4G*	49	59,6 (+83 %)
Geforce GTX 970/4G*	48	59,5 (+83 %)
Radeon HD 7970/3G**	36	49,0 (+50 %)
EVGA GTX 1050 Ti SC Gaming/4G*	37	45,6 (+40 %)
Gigabyte GTX 960 G1 Gaming/4G*	37	45,1 (+38 %)
Geforce GTX Titan OC @ 1.254/3.703 MHz*	31	40,8 (+25 %)
Geforce GTX Titan/6G*	26	32,6 **(Basis)**

Bemerkungen: Doom Eternal favorisiert moderne GPU-Architekturen, viele Rechenwerke und Grafikspeicher. *Reduzierte Textur-Pool-Details (medium/hoch) **Reduzierte Textur-Pool- und Schatten-Details (niedrig/niedrig)

P1 Ø Fps
▶ Besser

les unter 100 (Prozent) entspricht Upscaling. Auf diese Weise lässt sich viel Leistung freisetzen, allerdings sind die Auswirkung je nach Implementierung mehr oder minder sichtbar. In eine ähnliche Kerbe schlagen Nvidias DLSS und AMDs FSR: Finden Sie diese Funktionen in Spielen vor, werden intern ebenfalls Pixel gespart. Der Unterschied zu „normalem" Upscaling besteht darin, dass hier ein größerer Aufwand betrieben wird, die Sparmaßnahmen zu kompensieren.

Die richtige Schnittstelle

Alte Hasen erinnern sich an den Beginn der Hardware-beschleunigten 3D-Grafik. Damals schossen neben Grafikkarten auch passende Programmierschnittstellen aus dem Boden, eine jede maßgeschneidert für einen bestimmten Grafikchip. Dank direkten Hardware-Zugriffs holten sie das Beste aus den frühen „GPUs" heraus. Mit den Jahren ergaben sich allgemeiner formulierte APIs wie Direct 3D und Open GL, bis man merkte, dass die „Dienstwege" mittlerweile viel zu lang sind – ähnlich wie die deutsche Bürokratie. Die modernen Lower-Level-Schnittstellen Direct X 12 und Vulkan besinnen sich zurück. Man versucht – nach Vorbild der Konsolen und alten APIs – möglichst effizient und eng mit der Hardware zu kommunizieren, anstatt (wie noch mit Direct X 11) über viele Abstrahierungsschichten zu gehen.

Neben Optionen, die Grafikberechnung zu optimieren, sind es vor allem die Möglichkeiten zur besseren Prozessornutzung, welche für eine Lower-Level-Schnittstelle sprechen. Dieser Weg ist jedoch steinig für Spieleentwickler: Die Implementierung erfordert jedoch reichlich Know-how und Zeit. Alle Ressourcen müssen selbst verwaltet werden, während unter Direct X 11 vieles vom Grafiktreiber geregelt wird. So kommt es, dass Direct X 12 und Vulkan einige Jahre brauchten, um anzulaufen. Haben Sie bei einem Spiel die Wahl, statt DX11 auf DX12 oder Vulkan zu gehen, sollten Sie mindestens einen Test wagen. Zwar kommt es auf die Hardware-Konstellation an, in vielen Fällen steigt die Leistung durch den Wechsel auf eine Lower-Level-API – aber nicht immer.

Wichtig: Um Direct X 12 zu nutzen, benötigen Sie Windows 10, denn es handelt sich um eine von Microsoft in Zusammenarbeit mit AMD, Nvidia, Intel und weiteren Industriegrößen vorangetriebene API. Vulkan ist hingegen offen und steht auch unter Windows 7 und Linux zur Verfügung – wird jedoch seltener eingesetzt.

Einige Spiele, beispielsweise World of Warcraft, Red Dead Redemption 2 oder ein aktuelles Call of Duty, liefern zwecks höherer Kompatibilität „12on7"-Dateien mit. Dabei handelt es sich um sogenannte Wrapper, also Hilfsdateien, die die für Windows 10 gedachten Befehle abfangen und in ein Windows-7-taugliches Format bringen. Auf diese Weise laufen die entsprechenden Spiele auch auf einem Windows-7-PC, wenngleich gegenüber nativer Berechnung unter Windows 10 etwas Leistung verloren geht. Das ist jedoch weit besser als die Alternative eines nicht startenden Spiels. Für reines Gaming lohnt sich der Wechsel auf Windows 10 zweifellos. *(rv)*

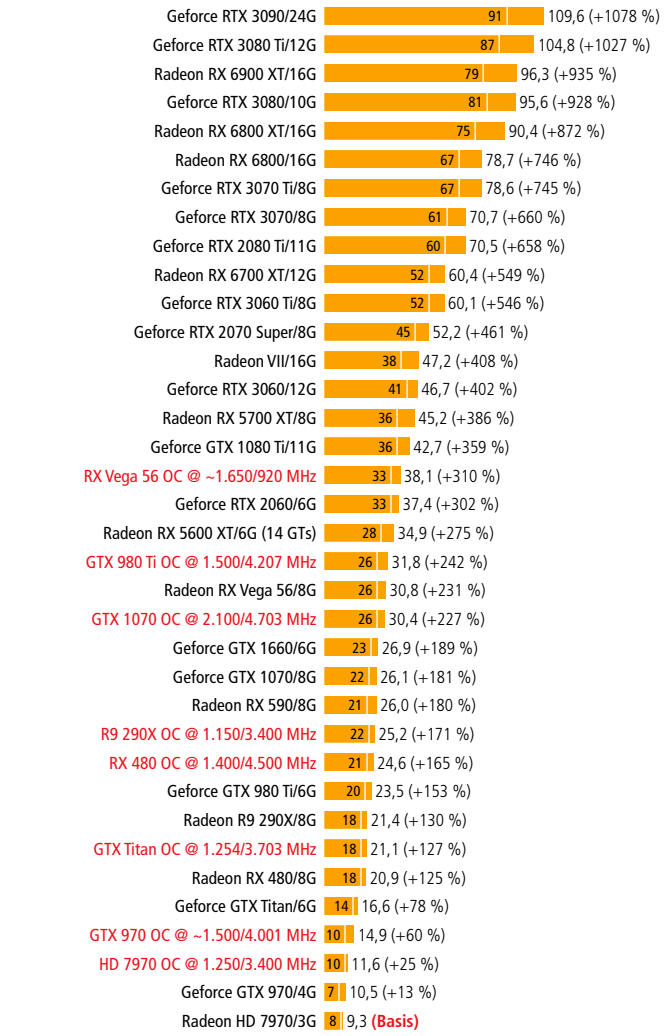
Fazit PCGH

GPU-Nachbrenner zünden

Wenn die eigene Grafikkarte Staub ansetzt und Ruckeln auftritt, dann sollten Sie handeln. Eine Frischzellenkur mit neuer Wärmeleitpaste und möglicherweise Nachrüstkühlung ebnet den Weg zum zweiten Frühling. Ob eine Übertaktung den Test- und Strom-Aufwand rechtfertigt, müssen Sie selbst abwägen.

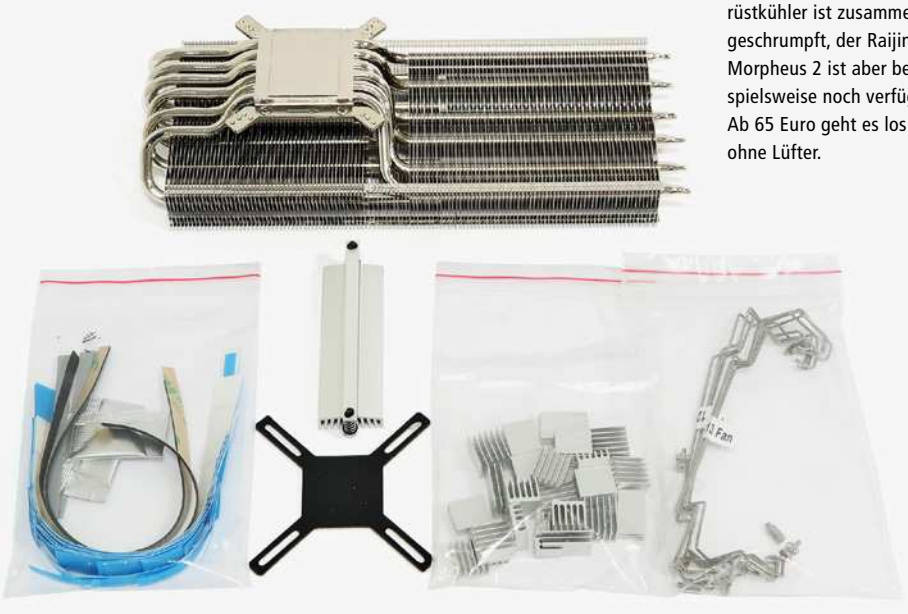
GPUs 2012–2021 im Vergleich (WQHD)

Control, maximale Details (ohne Raytracing) – „Ray Way"



System: AMD Ryzen 9 5950X @ 16C/16T (SMT aus; Max-OC), X570, 32 GiB DDR4-3800 (CL14, 1T), Windows 10 x64 21H1 **Bemerkungen:** Seit dem ersten „Graphics Core Next" in Gestalt der Radeon HD 7970 hat sich die Leistung mehr als verzehnfacht.

P1 Ø Fps
▶ Besser



Der Markt für GPU-Nachrüstkühler ist zusammengeschrumpft, der Raijintek Morpheus 2 ist aber beispielsweise noch verfügbar. Ab 65 Euro geht es los – ohne Lüfter.

Weniger ist oft mehr

Ihnen gehen die hohen Grafikkarten-Preise auf den Keks? Sie haben nur eine GTX 970, wollen damit aber trotzdem neue Spiele zocken? Wir zeigen anhand von cleverem Detail-Tuning, wie das geht.

PC-Spieler haben es momentan schwer. Wenn Sie nicht zu denen gehören, die eine aktuelle Grafikkarte vom Schlage einer RTX 3080 oder RX 6800 XT zu einem vernünftigen Preis ergattern konnten, schauen Sie womöglich schon seit vielen Monaten mit Ihrer alten Gurke in die Röhre. Doch keine Sorge, wir haben eine Lösung. PCGH hat sich neun mehr oder minder aktuelle Spiele ausgesucht und diese solange bearbeitet, bis diese auch auf einer betagten GTX 970 mit 4 GiB flüssig laufen. Neben dieser Karte treten noch eine GTX 1070 und RX 580 zum Kampf an. Unser Detail-Tuning bezieht sich auf die Grafikoptionen eines jeden Titels. Hier verbergen sich oft bestimmte Einstellungen, die mehr Leistung kosten als andere. Wir runden die Betrachtung mit den erzielten Frametimes ab, einmal unter maximalen und einmal mit angepasstem Setting festgehalten.

Detail-Reduktion erklärt

Was passiert eigentlich, wenn Sie den Regler für die Schatten oder den Partikeln im Grafikmenü bedienen? Entwickler haben schon früh erkannt, dass es praktisch unendlich viele PC-Konfigurationen da draußen gibt. Je mehr einzigartige Grafikoptionen ein Spiel anbietet, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass Sie das Spiel auch auf betagter Hardware spielen können, da Sie es besser an das System anpassen können. Schatten, Texturen, Partikeleffekte, Reflexionsqualität, Umgebungsverdeckung, Textur-Filterung, Decal-Qualiät – die Möglichkeiten sind heutzutage sehr umfangreich. Reduzierte Schattendetails wirken sich meist auf deren Auflösung und Sichtweite aus, also wie weit die höher aufgelöste Version der Schatten gezeichnet wird. Die Textur-Qualität muss sich der Gesamtmenge des Grafikspeichers anpassen, mit einer GTX 970 werden Sie beispielsweise in Doom Eternal die Texturen nicht höher als Mittel einstellen können. Partikeleffekte bezeichnen die Anzahl der Partikel bei Effekten wie beispielsweise Explosionen oder Rauch. Die Umgebungsverdeckung ist eine Art der Verschattung, die sehr viel Leistung kostet und subtil wirkt. Vieles davon benötigen Sie jedoch nicht, um Spaß am Spiel zu haben. *(dn)*

Fazit PCGH

Warum immer Ultra?

Beim Testen der vielen Spiele waren wir selbst überrascht, wie gut moderne Titel mit angepassten Details auf betagten Grafikkarten laufen. Im Spielgeschehen fallen fehlende Details dann oft gar nicht mehr auf. Drehen Sie daher beherzt an den Grafikreglern und genießen Sie aktuelle Spiele auf der alten Gurke.

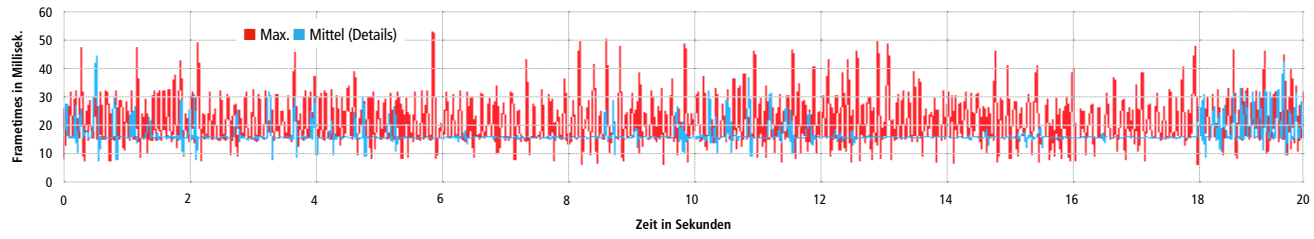
Dark Souls 3 – Preset Ultra vs. Preset Mittel

Können Sie überhaupt einen Unterschied zwischen den Bildern feststellen? Er ist da, aber nur sehr schwer sichtbar. Links ist der Steinboden etwas mehr verschattet. Das war es schon. Obwohl wir weitere Details reduziert haben, wirkt das Gesamtbild immer noch sehr stimmig und läuft auf Mittel auch sehr viel flüssiger.

Maximale Details

Mittlere Details

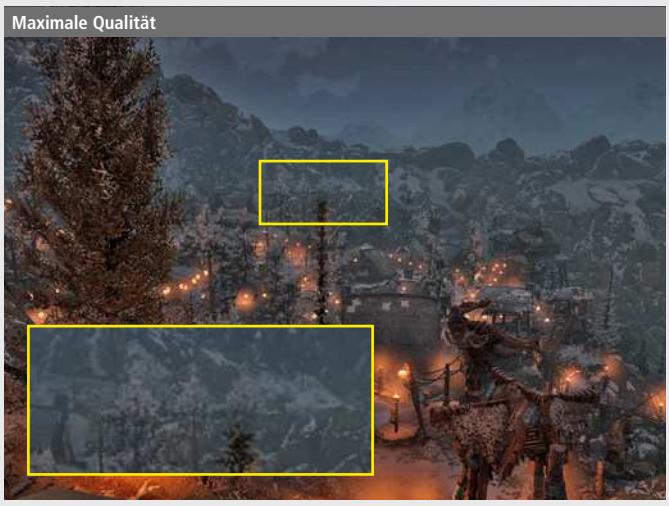
GTX 970 Dark Souls 3 Frametimes, weniger ist besser.



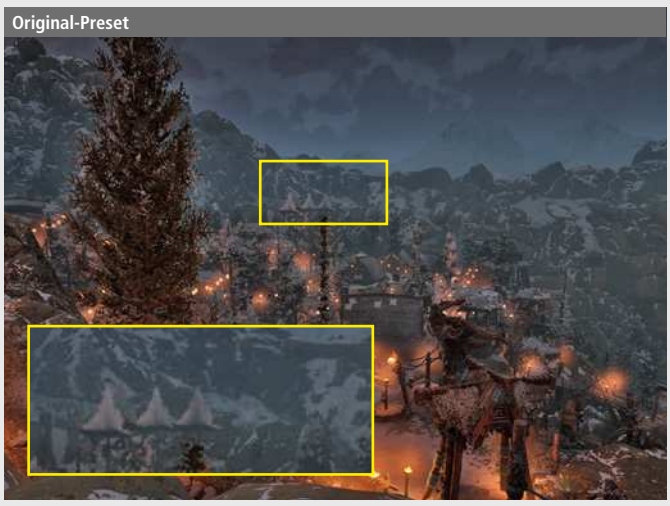
Horizon Zero Dawn – Sehr grafiklastig

Im Original-Preset werden viele Regler verändert, Auflösung und Texturen sollten Sie an Ihre Grafikkarte anpassen. Die Detail-Reduktion ist in HZD klug gelöst und betrifft in weiten Teilen nur den Hintergrund, von uns im Bild am Beispiel der Bäume aufgezeigt. Die Frametimes zeigen, wie viel flüssiger es damit läuft.

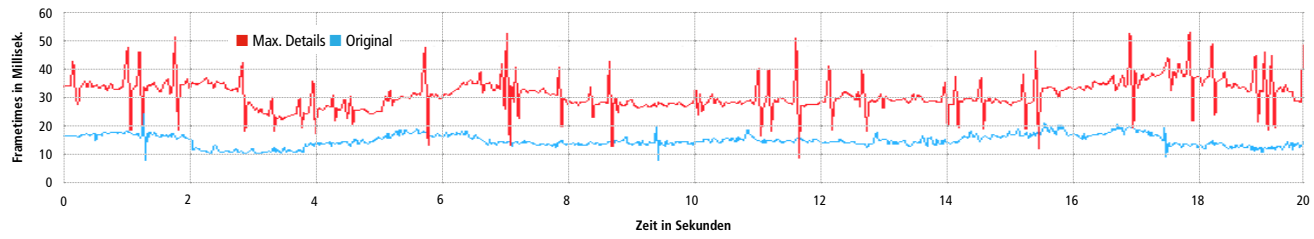
Maximale Qualität



Original-Preset

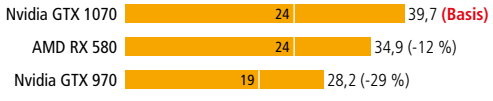


GTX 970 Horizon Zero Dawn Frametimes, weniger ist besser.



Horizon Zero Dawn

1.920 × 1.080, maximale Details

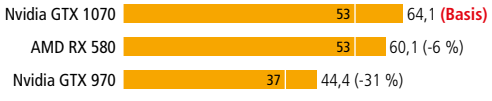


System: Asus ROG Maximus XIII Hero, Intel Core i9-10900K @ 16 Threads, 4×8 GiB DDR4-4000, CL17, Geforce GRD 466.77, Radeon Software 21.6.2
Bemerkungen: An höchste Details ist nicht einmal in FullHD zu denken.

P1 Ø Fps
▶ Besser

Horizon Zero Dawn

1.600 × 900, Original-Preset

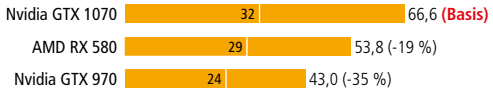


System: Asus ROG Maximus XIII Hero, Intel Core i9-10900K @ 16 Threads, 4×8 GiB DDR4-4000, CL17, Geforce GRD 466.77, Radeon Software 21.6.2
Bemerkungen: Dank geringerer Details läuft das Spiel nun viel flüssiger.

P1 Ø Fps
▶ Besser

Shadow of the Tomb Raider

1.920 × 1.080, maximale Details

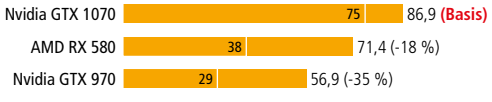


System: Asus ROG Maximus XIII Hero, Intel Core i9-10900K @ 16 Threads, 4×8 GiB DDR4-4000, CL17, Geforce GRD 466.77, Radeon Software 21.6.2
Bemerkungen: Der GTX 970 fällt ihr geringer Speicher in den Rücken.

P1 Ø Fps
▶ Besser

Shadow of the Tomb Raider

1.920 × 1.080, Preset Mittel, dynamische Haare niedrig

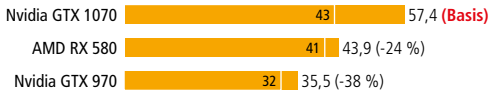


System: Asus ROG Maximus XIII Hero, Intel Core i9-10900K @ 16 Threads, 4×8 GiB DDR4-4000, CL17, Geforce GRD 466.77, Radeon Software 21.6.2
Bemerkungen: Bei der GTX 1070 wirken die Maßnahmen Wunder.

P1 Ø Fps
▶ Besser

Hitman 3

2.560 × 1.440, maximale Details

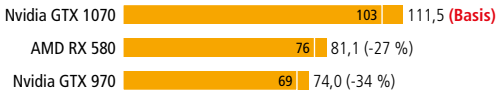


System: Asus ROG Maximus XIII Hero, Intel Core i9-10900K @ 16 Threads, 4×8 GiB DDR4-4000, CL17, Geforce GRD 466.77, Radeon Software 21.6.2
Bemerkungen: Mikroruckler plagen das Spielgefühl, erkennbar an den P1-Werten.

P1 Ø Fps
▶ Besser

Hitman 3

1.920 × 1.080, mittlere Details



System: Asus ROG Maximus XIII Hero, Intel Core i9-10900K @ 16 Threads, 4×8 GiB DDR4-4000, CL17, Geforce GRD 466.77, Radeon Software 21.6.2
Bemerkungen: Selbst die GTX 970 liefert mehr als 60 Fps.

P1 Ø Fps
▶ Besser

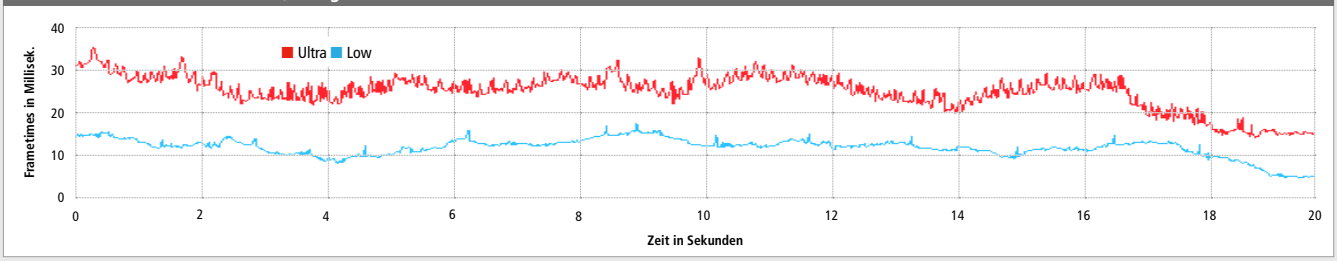
Doom Eternal – Spielspaß benötigt viele Fps

Beim Bildvergleich fällt eigentlich nur am Busch auf, dass wir von den maximalen Details auf das niedrigste Setting (!) gewechselt sind. Das Spiel sieht selbst in „Low" noch fantastisch aus und läuft damit auch auf betagten Grafikkarten sehr flüssig. Die Texturen sind in beiden Fällen auf Mittel gestellt.

Ultra-Nightmare

Low, Texturen auf Mittel

GTX 970 Doom Eternal Frametimes, weniger ist besser



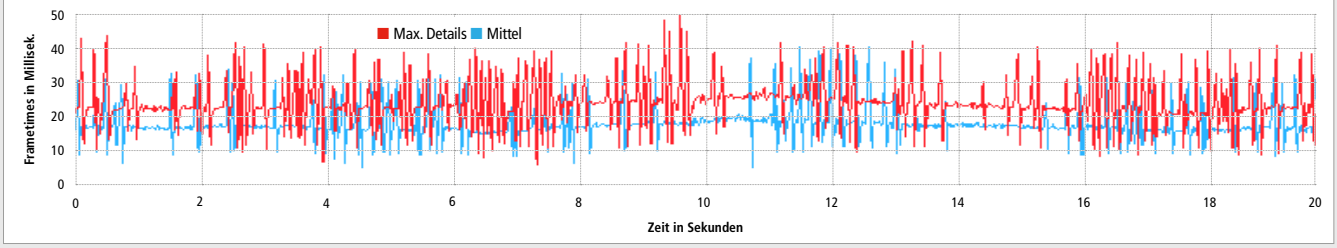
Shadow of the Tomb Raider – Ein schöner Fuß kann auch entzücken

Die Entwickler haben es etwas zu gut gemeint und den Titel mit Grafikeffekten überladen. Auf Mittel reduziert, merkt man das dem Gesamtbild nur an einer geringeren Verschattung an, zudem sinkt etwas die Sichtweite, was im Spielgeschehen jedoch kaum auffällt. Optimiert läuft das Spiel sehr viel flüssiger.

Maximale Details

Mittlere Details

GTX 970 Shadow of the Tomb Raider Frametimes, weniger ist besser.



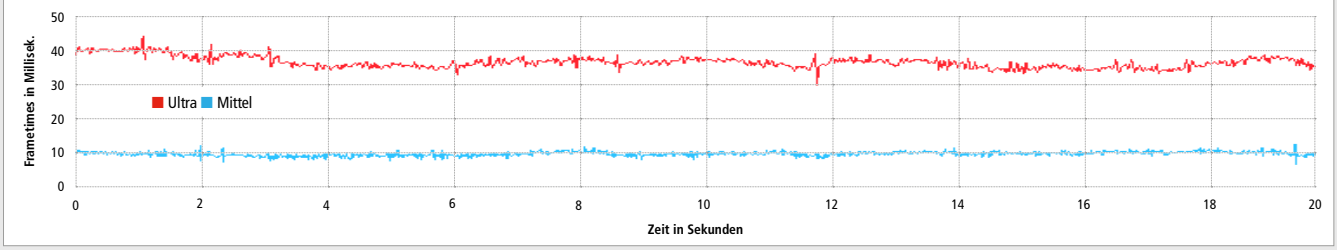
Hitman 3 – Sehr genügsam

Die Grafikengine in Hitman mag ebenso betagt sein, wie die verwendeten Grafikkarten, dennoch zaubert gerade der dritte Teil sehr hübsche Spiegelungen auf den Bildschirm. Ein wenig von dessen Glanz büßen Sie ein, wenn Sie die Details von der maximalen auf die mittlere Stufe reduzieren.

Maximale Details

Mittlere Details

GTX 970 Hitman 3 Frametimes, weniger ist besser.



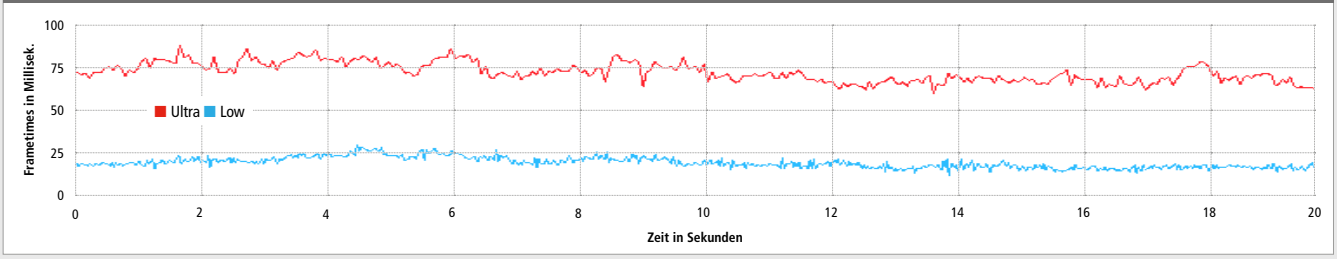
Cyberpunk 2077 – Das Problemkind

Cyberpunk ist das einzige Spiel, welches dermaßen fordernd an die Grafikkarte ausfällt, dass wir hier auf die niedrigsten Details zurückgreifen müssen, damit die GTX 970 überhaupt spielbare Bildraten erreicht. Der größte Unterschied fällt bei den Schatten auf. Auf Niedrig läuft das Spiel sehr viel flüssiger.

Maximale Details

Niedrige Details

GTX 970 CP 2077 Frametimes, weniger ist besser

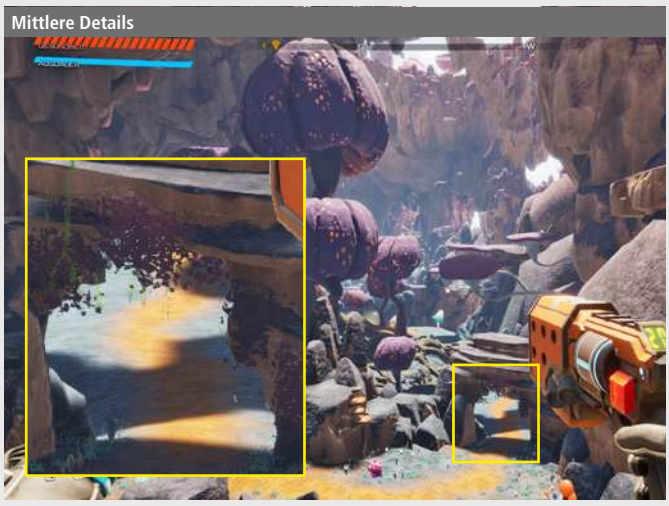


Journey to the Savage Planet – Immer noch ein Geheimtipp

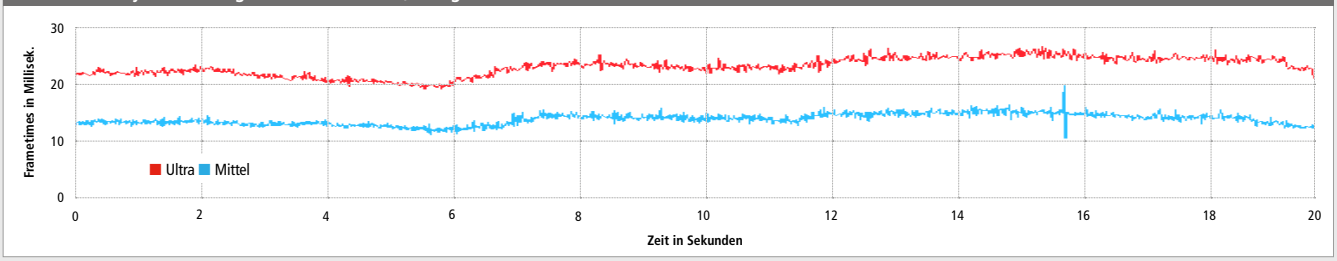
Falls Sie das Spiel nicht kennen, dann wird es Zeit. Grafisch müssen Sie auf betagter Hardware nur minimale Abstriche machen. Einerseits büßen die Schatten, wie bei den anderen Titeln, etwas an Präzision ein und andererseits ist weniger vom Gras und der generellen Vegetation sichtbar. Das fällt beim Spielen kaum auf.

Maximale Details

Mittlere Details



GTX 970 Journey to the Savage Planet Frametimes, weniger ist besser.



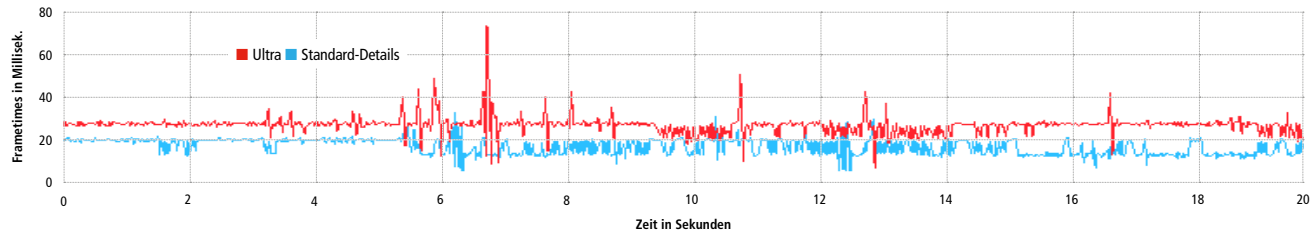
Biomutant – Wer braucht schon Bäume auf Bergen?

Wie die meisten anderen Spiele, reduziert auch Biomutant bei niedrigeren Grafikdetails vor allem die Qualität sehr weit entfernter Objekte. Als Beispiel sei der einsame Baum auf dem Berg dort oben genannt. Auf dem Standard-Preset hat der keinen Stamm oder Äste mehr und die Blätter werden eher zu einem Busch.

Ultra-Details

Standard-Preset

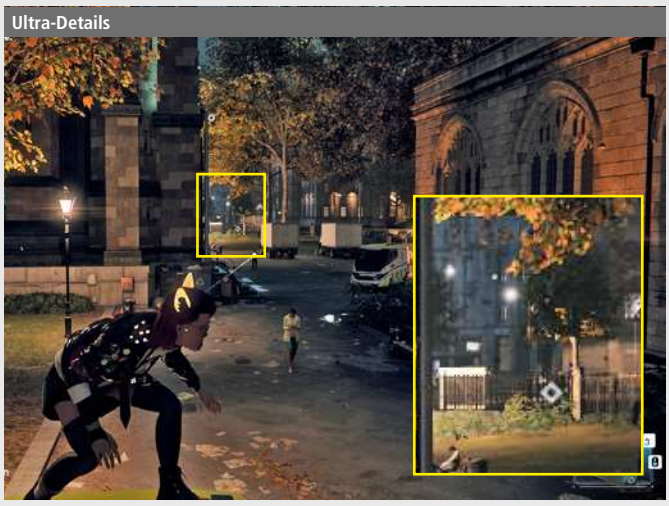
RX 580 Biomutant Frametimes, weniger ist besser.



Watch Dogs Legion – Grafiklastig, auf „Hoch“ aber genügsam

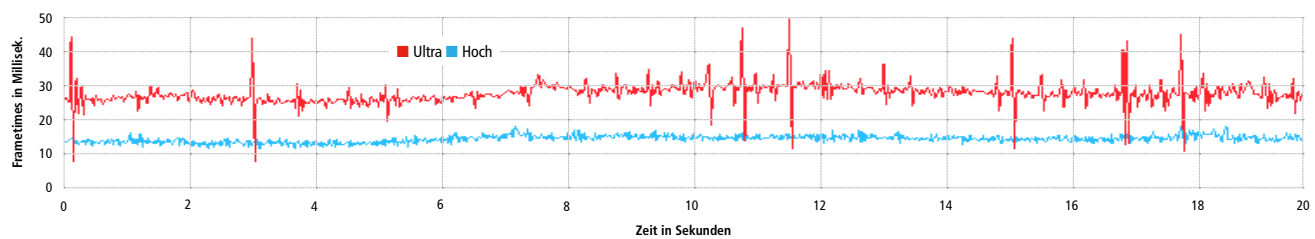
Die RX 580 hat auf höchsten Details zu kämpfen, wie die Frametimes zeigen. Wer die Details auf Hoch reduziert, büßt einige Details in der Entfernung ein, Zäune, Hauswände und Vegetation zeigen weniger Detailreichtum. Weiter vorn, wo der Spiele sich aufhält, sind die Unterschiede marginal.

Ultra-Details



Hohe Details

RX 580 Watch Dogs Legion Frametimes, weniger ist besser.



Spieleperlen, die auf jedem Toaster laufen

Superscharfe Texturen, perfekte Reflexionen und eine realistische Verschattung – nur allzu oft sind es diese grafischen Leckerbissen, die PC-Spieler faszinieren und oft auch motivieren, regelmäßig Geld in den Rechner zu stecken, um Kantenflimmern, Matschtexturen und Nachladerucklern zuvorzukommen. Aber Hand aufs Herz: Irgendwo hat jeder seine finanziellen Grenzen und irgendwann nutzt sich jede optische Opulenz ab. Erfahrene PC-Spieler wissen ohnehin, dass es weder Ultra-HD-Auflösung noch Raytracing braucht, um Spaß an ihrem Hobby zu haben.

Die PCGH-Redakteure empfehlen Ihnen daher im Folgenden Spiele, die garantiert keine High-End-Hardware benötigen und trotzdem fast schon unverschämt viel Freude bereiten. Die meisten Titel erhalten Sie oft schon für ein paar Euro – regelmäßig „Sales" bei GOG, Steam, Epic und Konsorten machen's möglich. Sollte wider Erwarten keine der Empfehlungen Ihren Geschmack treffen, gibt es glücklicherweise immer noch zahlreiche Optionen, um spielerisch eine längere Zeit ohne potente PC-Hardware zu überbrücken: Gerade Indie-Titel sind meist sehr genügsam und bieten frische Erfahrungen. Die Plattform GOG.com ist außerdem darauf spezialisiert, als inkompatibel geltende Retro-Titel für moderne (Betriebs-)Systeme angepasst und frei von DRM erneut zu veröffentlichen. Allein mit dieser Bibliothek verfliegen Jahre wie im Flug. Phasenweise fragt man sich sogar, warum sich Spiele teilweise zurückentwickelt haben, derart gut sind einige „Old but Gold"-Meilensteine. *(sw/rv)*

Dave durchstreift: The Outer Wilds

Sie sind der neueste Rekrut von Outer Wilds Ventures, einem noch in den Kinderschuhen steckenden Raumfahrtprogramm, das in einem seltsamen, sich ständig weiterentwickelnden Sonnensystem nach Antworten sucht. Das Spiel ist ohne Frage eine der außergewöhnlichsten Erfahrungen, die man machen kann. Es gab bisher kein Universum, welches mich so klein, so hoffnungsvoll und so hilflos hat fühlen lassen. Wenn Sie eine Galaxie, die so rätselhaft wie unsere ist, erkunden und dabei Geheimnisse entdecken wollen und nicht eher ruhen können, bis Sie alle Hintergründe erforscht haben, ist das Ihr Spiel des Jahres. Lassen Sie sich bitte nichts spoilern. Das Spiel lebt durch seine Geheimnisse, der Blindkauf lohnt sich, versprochen!

Anforderungen: Intel Core i5-2300/AMD FX-4350, 4 GiB RAM, GTX 560 oder HD 6870, ab Windows 7

Stephan stapelt Schienen in: Mini Metro

Ein Paradebeispiel für „Leicht zu erlernen, schwierig zu meistern": Man platziert U-Bahn-Linien, Züge und Wagons, um möglichst viele Passagiere zu befördern, bis irgendwann eine Station überfüllt ist (Game Over). Nach ein paar Klicks weiß man eigentlich schon, wie das angenehm minimalistische Spiel funktioniert. Treibt einen aber die Highscore-Jagd an, etwa bei der täglichen Herausforderung, kommt man ordentlich ins Grübeln und Schwitzen und ohne richtige Strategie nicht weit. Mit drei Spielmodi, zwanzig Städten und Community-Maps ist der Umfang groß genug, um schnell mal eine Runde zu spielen – und dann noch eine und noch eine … Cool: Es gibt Farbenblind- und Nachtmodi. Erhältlich z. B. bei GOG und Steam.

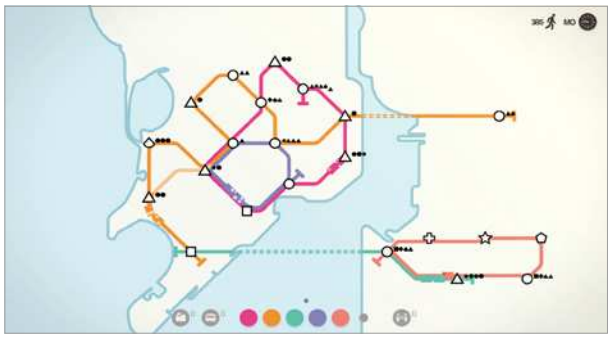


Bild: Dinosaur Polo Club

Anforderungen: Singlecore-Prozessor mit 2+ GHz, 512 MiB RAM, Grafikkarte mit Shader Model 2.0, ab Win XP

Raff rast rasant in: Flatout 2

Immer, wenn mich jemand nach einem spaßigen Rennspiel fragt, antworte ich wie aus der Pistole geschossen: Flatout! Genauer gesagt: Flatout 2, welches meiner Meinung nach eine ganze Dimension spaßiger als der erste Teil ist. Die Mischung aus schnellem Gameplay, das Rasen und Crashen nicht nur beinhaltet, sondern auch mit Nitro sowie Credits belohnt, und dem göttlich-rockigen Soundtrack ergibt eine zeitlose Mischung. Der nun 15 Jahre alte Evergreen läuft sogar auf Grafikkarten des Jahres 2000, allerdings „etwas" zäh. ;-) Interessenten schlagen bei GOG oder Steam zu (bzw. haben es längst von einer PCGH-DVD). Falls Ihnen Flatout gefällt, sehen Sie sich auch Flatout Ultimate Carnage und Wreckfest aus gleichem Hause an.

Anforderungen: Singlecore-Prozessor mit 2+ GHz, 256 MiB RAM, Grafikkarte mit 64 MiB Speicher

Richard wird respektiert in: Gothic 1 & 2

Rund 20 Jahre alt und dennoch Gold wert: Gothic und Gothic 2. Wer auf dreckig-ehrliche Welten mit offenem RPG-Spieldesign und hervorragend vertonten deutschen Dialogen steht, hat mit der Gothic-Reihe das große Los gezogen. Bloß nicht von der der steilen Lernkurve und der anfangs sperrigen Steuerung abschrecken lassen! Kurz einlesen, dann weiß man, wie es geht. Die anfängliche Schwäche des Helden ändert sich im Spielverlauf dramatisch und der Kontrast ist Balsam fürs Spielerherz. Beide Spiele sind bei GOG und Steam für wenige Euro zu haben und nach dem Patch mit dem jeweiligen Systempack auf jeder Gurke spielbar. Optisch hübsch kriegt man's mit Mods. Unbedingt auch das G2-Addon „Die Nacht des Raben" dazuholen.

Anforderungen: Pentium 3 oder Athlon mit 700+ MHz, 256 MiB RAM, Grafikkarte mit 32 MiB, ab Windows 98

Claus crasht in: Burnout Paradise Remastered

Der britische Entwickler Criterion hatte Anfang der 2000er-Jahre die Arcade-Rennspielreihe Burnout aus dem Boden gestampft. Hierbei geht es einzig und allein darum, Spaß zu haben. Burnout Paradise, das 2018 als „Remastered" neu aufgelegt wurde, ist der einzige Serienteil für den PC. Zwar gibt es hier weniger Crash-Kreuzungen als in den älteren Teilen, dafür ist eine frei befahrbare Welt verfügbar. In den Rennen geht's rabiat zu und vor allem die Takedowns, bei denen Autos gegen Leitplanken, in andere Autos und mehr gedrückt werden, machen süchtig. Wer den Xbox Game Pass abonniert hat, kann das Rennspiel darüber ohne Zusatzkosten zocken. Und jetzt entschuldigt mich bitte, ich muss mal kurz nach Paradise City ...

Anforderungen: Core i3-2xxx @ 3,3 GHz oder Phenom 2 X4 @ 3,4 GHz, Geforce GTS 450 oder Radeon HD 5750

Bild: EA

Nico nominiert: Undertale

Liebe Person, die das hier liest: Wenn du es bis heute geschafft hast, durchs Leben zu gehen, ohne Undertale gespielt zu haben, dann lass bitte JETZT alles stehen und liegen und mach lieber das. Witz, Charme, ungewöhnliches Gameplay und ein Soundtrack, der seinesgleichen sucht, ergeben nicht weniger als eines der besten Spiele der letzten 10 Jahre – und es läuft sogar auf meinem (und Ihrem) Fieberthermometer. Eigentlich eine Frechheit, dass dieses Meisterwerk in diversen Sales für gerade mal drei Euro verhökert wird, aber wer es jetzt immer noch unbeachtet am Straßenrand liegen lässt, hat es auch einfach nicht verdient. Interessenten erhalten Undertale bei GOG und Steam.

Anforderungen: Singlecore-Prozessor mit 2+ GHz, 2 GiB RAM, Grafikkarte mit 512 MiB Speicher

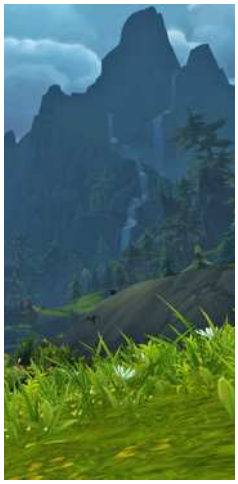
Bild: GOG.com

Oliver obsiegt in: Stronghold (HD)

Anfang des 21. Jahrhunderts legte das britische Entwicklerstudio Firefly den Grundstein der Strategiespiel-Reihe Stronghold. Besonders der erste Teil und seine Erweiterung Crusader stachen heraus und erfreuen sich noch heute großer Beliebtheit – und laufen auf jedem PC. Stronghold überzeugt mit seiner Story, angesiedelt im düsteren Mittelalter Europas, und den markanten Charakteren. Crusader befasst sich hingegen mit den mittelalterlichen Kreuzzügen und bringt weitere Charaktere ins Spiel, gegen die man in vorgegebenen oder selbst gewählten Konstellationen in die Schlacht ziehen kann. Abgerundet wird das Ganze durch eine gelungene deutsche Synchronisation. Stronghold HD ist bei GOG und Steam verfügbar.

Anforderungen: Singlecore-Prozessor mit 1,6+ GHz, 512 MiB RAM, T&L-fähige Grafikkarte mit 64 MiB Speicher

Bild: Firefly Studios



Race of the Rays

Raytracing ermöglicht eine lebensnahe Beleuchtung mit feinen Schatten und Spiegelungen inklusive Gameplay-Mehrwert. Wir testen, was das bringt, was es kostet und was noch kommt.

Falls Sie's noch nicht wussten: Wir befinden uns am Anfang einer Grafikrevolution, die langfristig bedeutender und vor allem beständiger ist, als der Wechsel von blockigem Software-Rendering hin zur 3D-Beschleunigung Mitte der 90er-Jahre. Möglich wird dies durch die Erschließung von Echtzeit-Raytracing, dem „Heiligen Gral" des Renderings. Beim Raytracing geht es, vereinfacht formuliert, darum, Licht virtuell nachzubilden und damit eine natürliche Beleuchtung inklusive Schattierung, Reflexionen und Stimmung zu erhalten.

Dem gegenüber steht die klassische, seit gut 25 Jahren verwendete Rasterisierung (engl. Rasterizing). Diese erzielt nur mithilfe guter Künstler ein realistisch anmutendes Bild. Wir haben uns daran gewöhnt, doch der damit erzielbaren Präzision sind Grenzen gesetzt. Sie hängt direkt am Zeitaufwand, der dafür betrieben wird. Bei genauem Blick fallen die Tricks auf und das Kartenhaus zusammen.

Die Idee, einfach virtuelle Lichtstrahlen zu simulieren, damit sich die Probleme von selbst erledigen, ist naheliegend. Da die Erzeugung (Casting) und Nachverfolgung (Tracing) virtueller Lichtstrahlen (Rays), welche mehrfach an Objekten abprallen (Bounces), extrem rechenaufwendig ist, scheiterten frühere Versuche der Echtzeitanwendung. Mit der Schnittstellensammlung DirectX 12, genauer gesagt mit deren Unterpunkt DirectX Raytracing (DXR), wurde vor nunmehr drei Jahren ein Standard beschlossen, um die Revolution in Gang zu bringen. Nvidia war als erster Hersteller am Start, seit Herbst 2018 sind die Geforce-RTX-20-Grafikkarten mit Raytracing-Rechenwerken erhältlich. Geforce RTX 30 entwickelt die Basis gezielt weiter und auch AMD ist seit Ende 2020 mit den Radeon-Grafikkarten der RX-6000-Reihe mit im Boot – flankiert von Playstation 5 und Xbox Series X, welche das gleiche GPU-Erbgut verwenden und daher ebenfalls Raytracing beherrschen.

Praxistest: 5 aus 39

Wie bei jeder neuen Technik waren die Anfänge zäh, doch mittlerweile stehen fast 40 Spiele mit mehr oder minder invasiver Raytracing-Integration auf der Matte. 17 davon basieren auf Epics Unreal Engine 4, denn dieser Grafikmotor erlaubt es Entwicklern seit gut einem Jahr, die neuen Effekte mit relativ wenig Aufwand zu integrieren. Die Dominanz der Engine verwundert daher kaum. In den meisten Spielen sind Raytracing-Reflexionen zu sehen, denn dieser Effekt gehört zu den auffälligsten aus dem Repertoire der Grafik-Zukunft. Einige Spiele verschießen auch Strahlen, um akkurate Schatten zu generieren. Der potenziell aufwendigste, weil bildfüllende Effekt ist Raytracing Global Illumination (Globale Beleuchtung), welcher noch in wenigen Spielen zum Einsatz kommt. Auf den folgenden Seiten prüfen wir Kosten und Nutzen fünf aktueller Raytracing-Spiele, abgerundet von einem Ausblick.

Cyberpunk 2077

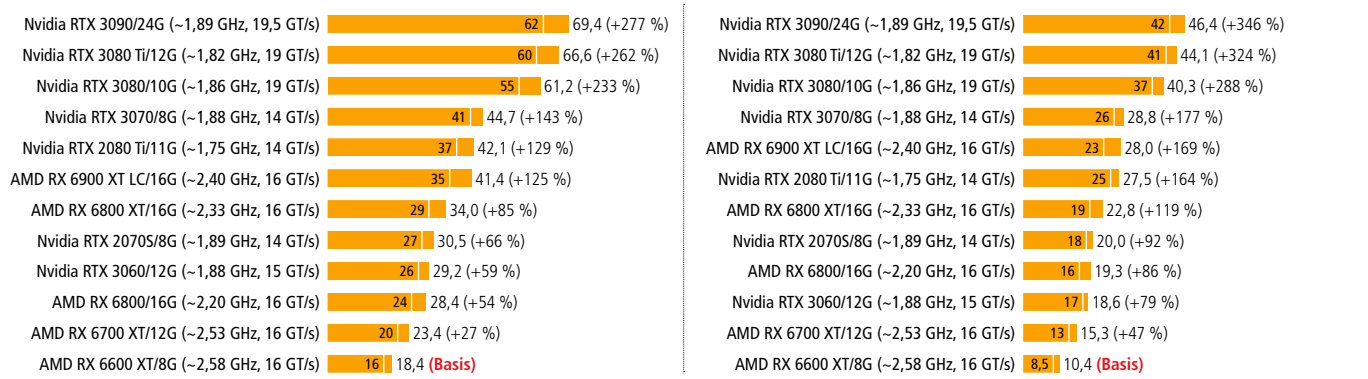
Cyberpunk 2077 hat zwar schon ein Dreivierteljahr auf dem Buckel, stellt aber nach wie vor die Referenz in Sachen Raytracing dar. Das Mammutprojekt der Witcher-Macher bietet nicht nur alle denkbaren RT-Effekte, es stellt diese außerdem in einer weitläufigen, extrem detaillierten Spielwelt dar, was besonders hohe Anforderungen an Engine und PC stellt.

Mit Spiegelungen, Schatten, Globaler Beleuchtung (GI) sowie Umgebungsverdeckung (AO) werden gleich vier Raytracing-Effekte aufgefahren. Die GI und Umgebungsverdeckung werden im Grafikmenü unter „Raytracing und Beleuchtung“ zusammengefasst und bieten neben „Aus“ die drei Qualitätsstufen „Niedrig“, „Ultra“ und „Psycho“. Die Schatten und Reflexionen können getrennt zu- und abgeschaltet werden. Das ist praktisch, wenn Ihre Grafikkarte zu schwach für die volle Pracht ist. Nicht jeder der Effekte sticht ins Auge, etwa die Beleuchtung und Schattierung. Der Realismus nimmt zweifelsfrei zu, mitunter wirkt das Rasterizing-Ergebnis jedoch gefälliger. Die Spiegelungen in Schaufenstern, Autoscheiben und weiteren Glanzfächern liefern jedoch zweifelsfrei einen Mehrwert. Achtung, das „Psycho“-Setting erhöht die Auflösung der Effekte und stellt enorme Ansprüche an alle verfügbaren Grafikkarten – wir empfehlen, davon solange die Finger zu lassen, bis Geforce RTX 4000, Radeon RX 7000 & Co. das Licht der Welt erblicken. Das RT-Preset „Ultra“ ist ein hübscher Kompromiss. Folgerichtig führen wir die Grafikkarten-Benchmarks damit durch.

Leistungstest

Der technische Prunk hat seinen Preis. Vergleicht man das jeweilige Ultra-Preset mit und ohne Raytracing, bricht die Bildrate aller Grafikkarten fühlbar ein – so stark, dass aus flüssig oft unspielbar wird. Besonders hart trifft es Radeon-Grafikkarten, welche je nach Modell und Auflösung auf circa 1/3 der Rasterleistung einbrechen. So werden aus den gut 120 Fps des Topmodells nur noch gut 41 Fps – in Full HD! RTX-20-Karten fallen nicht ganz so tief, haben jenseits von Full HD aber ebenfalls stark zu kämpfen. RTX 30, speziell die GA102-basierten Modelle RTX 3090 und 3080 (Ti), stemmen die Last am besten. Aufgrund der enormen Kosten empfehlen wir Upscaling, bei Geforce-GPUs in Gestalt des hübschen DLSS.

Grafikkarten-Benchmarks: Raytracing-Preset Ultra, Texturen hoch – „Red Light Alley“



System: AMD Ryzen 9 5950X @ 16C/16T (SMT aus; PBO-/Curve-optimiert), Asus X570 Crosshair VIII Hero, 32 GiB Corsair DDR4-3800 (14-15-14-26-1T), Infinity Fabric @ 1,9 GHz; Windows 10 x64 21H1
Bemerkungen: Cyberpunk 2077 ist nicht nur optisch der Maßstab für Raytracing, die State-of-the-Art-Beleuchtung ist außerdem sehr teuer. GA102-basierte Grafikkarten deklassieren das übrige Testfeld.

P1 Ø Fps
▶ Besser

Bildvergleich

Wenn Ihre Grafikkarte zu schwach für alle vier Raytracing-Aufwertungen ist, sollten Sie mindestens die Spiegelungen eingeschaltet lassen. Sie erhöhen den Realismus und bieten auch einen Gameplay-Mehrwert – beispielsweise sehen Sie von hinten anrollende Feinde, während Sie durch ein Schaufenster blicken.

Ohne Raytracing: Glasscheibe reflektiert nichts (nur Fake-Spiegelung)

Max. Raytracing: Hochauflösende Spiegelung reflektiert Szenerie hinter Spieler

Doom Eternal

Seit dem 29. Juni unterstützt Doom Eternal offiziell Raytracing und Nvidias KI-Upsampling DLSS. Besonders spannend ist, dass Doom Eternal einer der wenigen Titel ist, die Raytracing im Rahmen der Vulkan-API implementieren – das technikverwandte Wolfenstein Youngblood nutzte noch Nvidia-Erweiterungen der Schnittstelle, da der offizielle Code noch nicht fertiggestellt war.

Die Shooter- und Technik-Pioniere von id Software verwenden die Strahlverfolgung ausschließlich für Reflexionen. So kommt es, dass alle mehr oder minder glatten Oberflächen im Spiel durch Raytracing aufgewertet werden. Die Auswirkungen sind deutlich und verleihen der ohnehin hübschen Grafik eine große Ladung mehr Dynamik. Der Haupt-Diskussionspunkt ist jedoch der praktische Mehrwert, denn das Gameplay in Doom Eternal ist schnell. Höllisch schnell. Zeit zum Verweilen ist selten gegeben. Tatsächlich profitieren auch die Feuergefechte von Raytracing, da Lichtblitze, Explosionen & Co. sich hübsch in Objekten widerspiegeln.

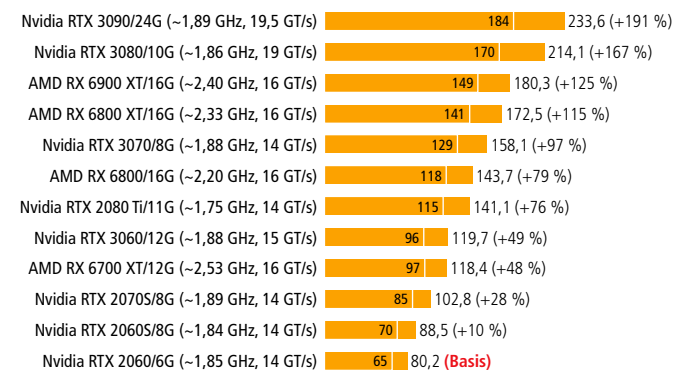
Um die Aufwertungen in Doom Eternal zu nutzen, wird eine Raytracing-fähige Grafikkarte benötigt. Somit fallen unzählige Modelle, die Doom Eternal eigentlich flüssig darstellen können, aus dem Raster. Die offizielle Mindestvoraussetzung besteht aus einer Geforce RTX 2060 respektive Radeon RX 6700 XT – die nach dem Patch erschienene RX 6600 XT ist theoretisch ebenfalls kompatibel, hat jedoch enorme Leistungsprobleme.

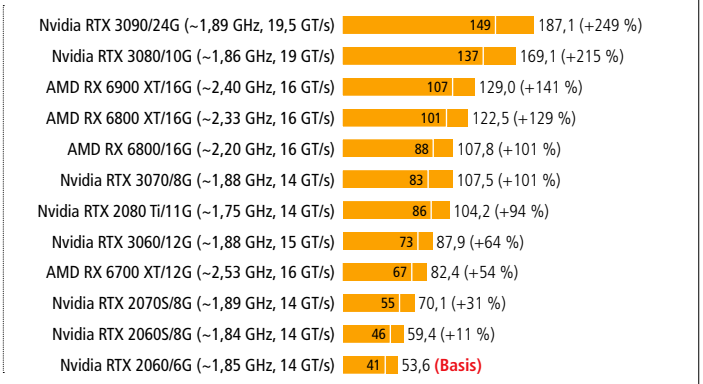
DLSS grenzt die Liste der unterstützten Grafikkarten weiter ein, denn das entlastende Upsampling erfordert die Tensor-Spezialkerne der RTX-Grafikkarten – ohne Geforce RTX 20 oder RTX 30 fehlt diese Option.

Leistungstest

Während das Raytracing im Stand zweifelsfrei todschick ist, fehlt beim Spielen meist die Zeit für Sightseeing. Die enormen Leistungskosten der strahlenden Aufwertung bleiben jedoch. Die meisten Grafikkarten erzielen noch spielbare Bildraten, da Doom Eternal ohne Raytracing mit sehr hohen Fps läuft – im Grunde performt das Spiel selbst mit aktivem Raytracing besser als so manches andere PC-Spiel ohne diese Aufwertung. Wichtig ist vor allem, dass Ihre Grafikkarte genügend Speicher hat. Sicher, auch für Ultra HD, ist man erst mit 10 GiByte.

Grafikkarten-Benchmarks: Maximale Details* mit 8× TSSAA – „Thunderstorm"



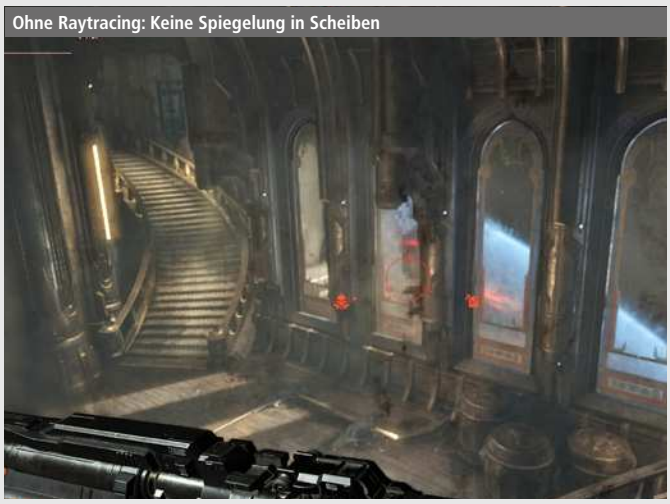


System: AMD Ryzen 9 5950X @ 16C/16T (SMT aus; PBO-/Curve-optimiert), Asus X570 Crosshair VIII Hero, 32 GiB Corsair DDR4-3800 (14-15-14-26-1T), Infinity Fabric @ 1,9 GHz; Windows 10 x64 21H1
Bemerkungen: *Die Geforce RTX 2060 hat zu wenig Speicher für die maximale Texture Pool Size, daher hier nur „Hoch" – die übrigen Modelle laufen mit „Ultra-Albtraum"-Details.

P1 Ø Fps
▶ Besser

Bildvergleich

In Doom Eternal kommt Raytracing „nur" für Reflexionen zum Einsatz. Das bedeutet, dass jede glatte Oberfläche, wie Metall und Glas, mit Spiegelungen aufgewertet wird. Dadurch wird die Beleuchtung ein großes Stück plausibler, lebensnäher und gerade in den Gefechten auch dynamischer.


Ohne Raytracing: Keine Spiegelung in Scheiben

Max. Raytracing-Qualität: Spiegelung des Levels und der Spielfigur

F1 2021

Das seit Mitte Juli verfügbare F1 2021 läuft ausschließlich mit DirectX 12, um die neu hinzugekommenen Technik-Errungenschaften hübsch und flüssig darzustellen. Geblieben ist das physikbasierte Shadermodell, welches eine lebensnahe Qualität erzielt. Die Grafik kann sich bereits ohne Raytracing sehen lassen, gerade bei Regenrennen oder in Replays entsteht phasenweise der Eindruck von Fotorealismus. Dort wollen die Entwickler von Simulationen am Ende hin – doch ohne Raytracing wird das nichts. F1 2021 wagt als erster Serienableger den Schritt in diese Richtung, wobei das Technik-Grundgerüst Teile des Arcade-Racers Dirt 5 übernimmt. Dieses bietet bereits seit einigen Monaten eine selektive Raytracing-Verschattung, welche hübsch, aber subtil ist. In F1 2021 geht Codemasters einen Schritt weiter und implementiert neben (deutlich prominenteren) Schatten erstmals Raytracing-Reflexionen. Beide RT-Effekte betreffen nicht nur die Boliden, sondern wirken auf die gesamte Strecke und sind selbst in weiter Darstellungsdistanz sichtbar. Wer die Pracht zu Gesicht bekommen will, benötigt folgerichtig eine Raytracing-taugliche Grafikkarte (RTX 20/30, RX 6000).

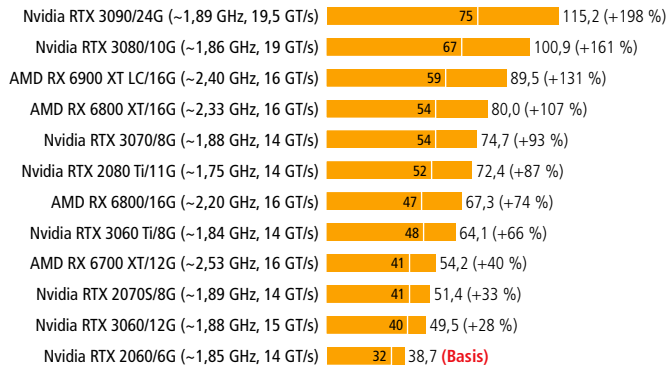
Die RT-Schatten verhelfen F1 2021 zweifellos zu einer realistischeren Darstellung. Wir haben uns in den vielen Jahren mit Rastergrafik daran gewöhnt, dass Schatten scharf gezeichnet werden und assoziieren eine hohe Auflösung damit – realistisch ist das aber nicht, da das Licht von Bäumen, Schildern und weiteren Objekten in der Natur gestreut wird und die Schatten daher weicher werden. Wichtig ist nur, dass Sie die Qualität mindestens auf „Hoch“ stellen, denn „Normal“ führt zu einer bröseligen, unruhigen Darstellung. Dies gilt auch für die weniger prominenten Reflexionen.

Leistungstest

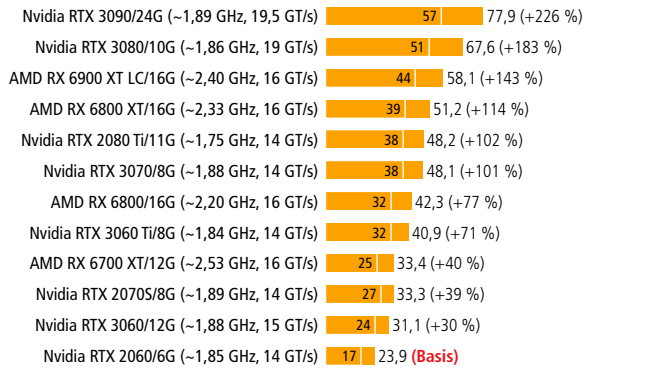
Sie ahnen es: Das Raytracing kostet reichlich Leistung. Stimmt, allerdings hängt der Leistungshunger davon ab, wie viel Bildfläche davon belegt wird. Schatten kommen deutlich breitflächiger vor als Reflexionen, sodass Wetter, Route und Tageszeit im Spiel beeinflussen, wie teuer der Spaß ist. Wir testen unten den Worst Case, Aserbaidschan bei Sonnenschein, mit „Ultrahoch“-Raytracing. Alle anderen Routen laufen etwas oder deutlich flüssiger. Je nach Grafikkarte bricht die Bildrate um 50, teilweise sogar um gut 70 Prozent ein. Besonders tief fallen die Radeon-Modelle.

Grafikkarten-Benchmarks: Maximale Details inkl. TAA+CAS-Sharpening – „Azerbaijan“

1.920 × 1.080 (Full HD)



2.560 × 1.440 (WQHD)



System: AMD Ryzen 9 5950X @ 16C/16T (SMT aus; PBO-/Curve-optimiert), Asus X570 Crosshair VIII Hero, 32 GiB Corsair DDR4-3800 (14-15-14-26-1T), Infinity Fabric @ 1,9 GHz; Windows 10 x64 21H1
Bemerkungen: Während Full HD noch von den meisten Teilnehmern gestemmt wird, verhindert in WQHD oft Ruckeln die Bestzeit.

P1 Ø Fps
▶ Besser

Bildvergleich

F1 2021 wendet die Strahlverfolgung auf Wunsch für Schatten und Spiegelungen an. Während Letztere an den Boliden und den wenigen Glasflächen kaum auffallen, erreichen die Raytracing-Schatten ein deutlich realistischeres Bild – sofern Sie die Qualität höher als auf „Normal“ stellen, das bröselig aussieht.

Ohne Raytracing: Harte, unrealistische Schatten

Max. Raytracing-Qualität: Weiche Schatten, realistische Verdunklung

Resident Evil Village

Bereits seit dem 7. Mai ist Resident Evil (8) Village erhältlich. RE8 ist ein technisch sehr interessantes Spiel, nicht zuletzt dank Direct-X-12-Support inklusive Raytracing-Aufwertung. Das Spiel ist in AMD-Kooperation entstanden, das Raytracing sowie die gern gesehene Entlastung Variable Rate Shading (VRS) können jedoch natürlich auf allen dazu fähigen Grafikkarten genutzt werden.

Das erstmals in einem Resident-Evil-Spiel zu findende Raytracing umfasst die Globale Beleuchtung und die Reflexionen, die von Kerzen, Lampen und anderen Lichtquellen geworfenen Lichtreflexionen sowie die Umgebungsverdeckung. Die Globale Beleuchtung und die Reflexionen können im Grafikmenü nur zusammen geregelt werden und in drei Stufen in der Qualität angepasst, nicht jedoch einzeln deaktiviert werden. Die Umgebungsverdeckung kann beim Einsatz von Raytracing dagegen an- und ausgeschaltet werden, im Gegensatz zu den anderen Optionen stehen hier keine verschiedenen Qualitätsstufen zur Verfügung.

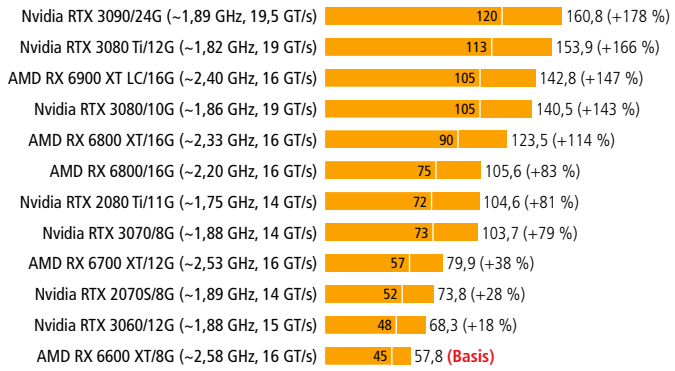
Die Auswirkungen sind teilweise recht drastisch, insbesondere die Beleuchtung und Verschattung wirkt beim Einsatz von Raytracing oft wesentlich natürlicher. Das Problem dieser Aufwertung in diesem und in anderen Spielen ist, dass sie subtil ist. Ein realistisches Bild springt uns nicht ins Auge, im Gegenteil. Aus diesem Grund wird meist die deutlichste Aufwertung durch Raytracing präsentiert: Spiegelungen. Diese bietet auch Resident Evil Village für glatte Oberflächen. Gegenüber der Rasterizing-Grafik stellt dies fraglos einen Mehrwert dar.

Leistungstest

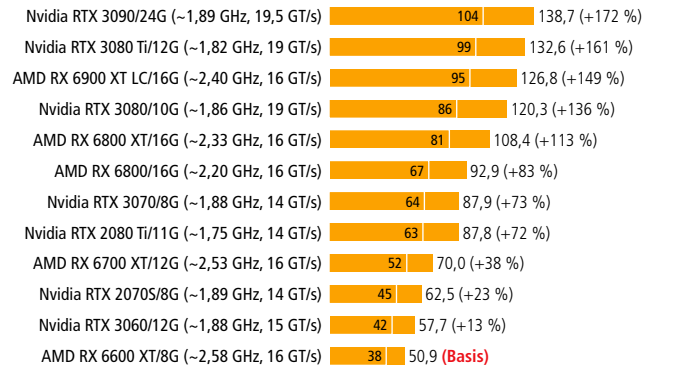
Kein Zweifel, die Raytracing-Beleuchtung ist schick und insbesondere für Fans von technischen Neuerungen interessant – ein hässliches Spiel ist Resident Evil 8 aber ohne Raytracing-Beleuchtung nicht. Im Gegensatz zu den anderen Spielen in diesem Vergleich müssen Sie sich aber nicht entscheiden. Warum das? Weil jede zu Raytracing fähige Grafikkarte über genügend Leistung verfügt. Das liegt nicht nur am flächenmäßig sparsamen Einsatz der Strahlen, sondern auch an der relativ geringen Auflösung, ergo Strahlenmenge. So manche Reflexion wirkt zumindest in Full- und WQHD etwas bröselig, dafür ist die Bildrate über fast jeden Zweifel erhaben.

Grafikkarten-Benchmarks: Maximale Details mit TAA + FXAA – „Dimitrescu“

1.920 × 1.080 (Full HD)



2.560 × 1.440 (WQHD)



System: AMD Ryzen 9 5950X @ 16C/16T (SMT aus; PBO-/Curve-optimiert), Asus X570 Crosshair VIII Hero, 32 GiB Corsair DDR4-3800 (14-15-14-26-1T), Infinity Fabric @ 1,9 GHz; Windows 10 x64 21H1
Bemerkungen: Das Raytracing in Resident Evil 8 läuft selbst auf Mitteklasse-Grafikkarten flüssig. Stockt das Spiel bei Ihnen fühlbar, deaktivieren Sie den Schatten-Cache (bei Speichermangel).

P1 Ø Fps
▶ Besser

Bildvergleich

Resident Evil 8 setzt Raytracing verhältnismäßig sparsam ein. Die mittels Strahlverfolgung aufgewertete Beleuchtung verfeinert die Schattierung, doch – wie immer – sind es die Reflexionen auf glatten Flächen (wie Marmor oder Wasser), die besonders stark auffallen. Die Leistung dafür hat jede Raytracing-Grafikkarte.

Ohne Raytracing: Keine Spiegelungen

Max. Raytracing-Qualität: Hübsche Spiegelungen (und bessere Verschattung)

The Ascent

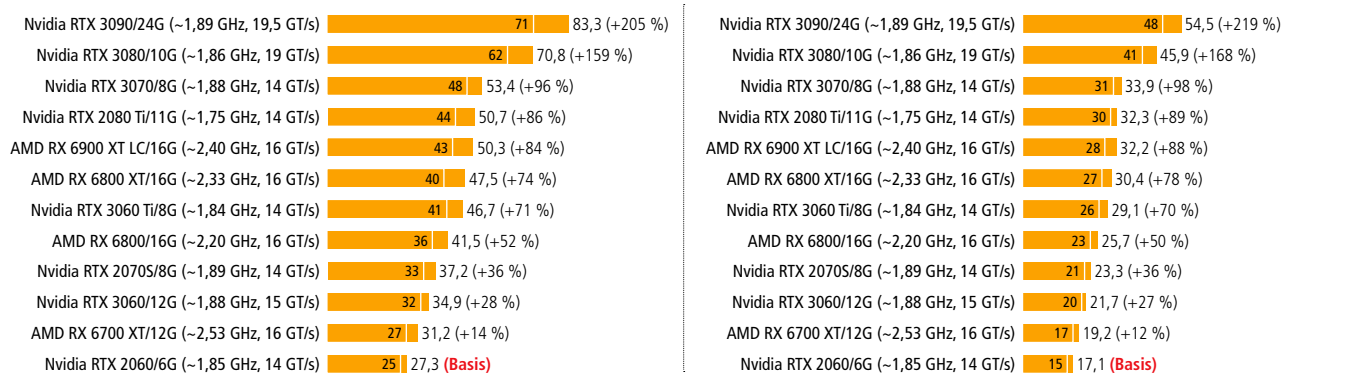
The Ascent ist ein stimmungsvoller und actionreicher Twin-Stick-Shooter auf Basis der Unreal Engine 4, welcher vom gerade einmal 12 Mitarbeiter zählenden Indie-Studio Neon Giant erschaffen wurde. Das Spiel ist bereits ohne Raytracing ein echter Hingucker. Wer möchte – und wessen Grafikkarte es kann –, darf die Pracht mithilfe von Raytracing weiter verstärken. Neben schicken Spiegelungen bietet The Ascent auch per Strahlverfolgung dargestellte Schatten und eine Umgebungsverdeckung. Falls Sie Letztere im Optionsmenü vermissen, sondern zwei Optionen für Raytracing-Spiegelungen sehen, dann wundern Sie sich nicht – es handelt sich um einen Übersetzungsfehler in der deutschen Version. Punkt 3 beschreibt die Raytracing Ambient Occlusion.

Die feinen Raytracing-Spiegelungen sind meist klar zu erkennen, insbesondere auf nassen oder spiegelnden Metall- und Glasflächen, und tragen viel zum grafischen Eindruck bei. Sie sind den standardmäßigen Screen-Space-Reflections deutlich überlegen, schärfer und bilden auch zu spiegelnden Inhalt außerhalb des Bildes ab, die aufgrund der isometrischen Perspektive nicht mit Screen-Space-Reflections darstellbar sind: die Decke der Räumlichkeiten, die Fassade eines weit heraufragenden Gebäudes oder die Oberseite eines Durchgangs etwa. Die RT-Schatten und -Umgebungsverdeckung fällt dagegen kaum ins Auge. Wer Leistungsprobleme hat (also jeder), sollte daher zunächst hier ansetzen.

Leistungstest

Neben Cyberpunk 2077 zählt The Ascent zweifellos zu den anspruchsvollsten Raytracing-Spielen. Gegenüber der hübschen Rasterizing-Grafik kostet die todschicke Raytracing-Darbietung zwischen 60 Prozent (RTX 3090) und 73 Prozent (RX 6700 XT) der Bildrate. Somit ist die maximale Qualität bereits in WQHD/1440p eine Herausforderung für die meisten GPUs. Besitzer einer RTX-Grafikkarte sollten Gebrauch von DLSS-Upscaling machen, das deutlich beschleunigt. Interessanterweise lässt sich Raytracing auch auf Geforce-GTX-10-Karten aktivieren. Die desaströse Performance dürfte jeden Zweifel daran ausräumen, ob sich dedizierte RT-Rechenwerke auszahlen: Die kleinste Turing-GPU in Gestalt der Geforce RTX 2060 dreht Kreise um die einst stolze GTX 1080 Ti welche im Mittel nur 9,5 Fps erreicht – in Full HD!

Grafikkarten-Benchmarks: Maximale Details mit TAA – „The Warrens“



System: AMD Ryzen 9 5950X @ 16C/16T (SMT aus; PBO-/Curve-optimiert), Asus X570 Crosshair VIII Hero, 32 GiB Corsair DDR4-3800 (14-15-14-26-1T), Infinity Fabric @ 1,9 GHz; Windows 10 x64 21H1
Bemerkungen: Raytracing in The Ascent ist sehr anspruchsvoll, schon WQHD lässt die meisten Grafikkarten in „cinematische" Fps-Bereiche fallen.

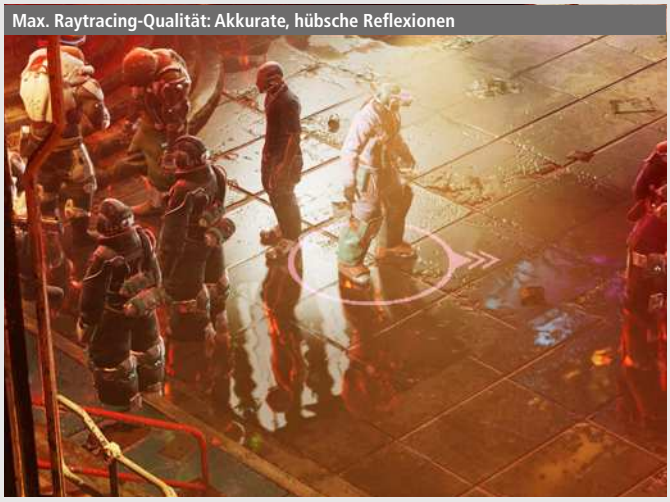
P1 Ø Fps
▶ Besser

Bildvergleich

The Ascent ist ein weiteres Spiel, bei dem vor allem die Reflexionen von Raytracing profitieren. Lassen Sie diese unbedingt eingeschaltet, dann bekommen Sie deutlich genauere Spiegelungen zu Gesicht, was der Neon-Beleuchtung und Atmosphäre zuträglich ist. Die RT- Schatten und -Schattierung fallen dagegen kaum auf.

Ohne Raytracing: Unpräzise, bröselige Reflexionen

Max. Raytracing-Qualität: Akkurate, hübsche Reflexionen



Auswertung & -blick

Jede neue Technologie steht vor dem berühmten Henne-Ei-Problem. Ohne die Hardware wird sie nicht in Software implementiert. Doch fehlt die Software, ist der Transistoraufwand für die Katz und die Weiterentwicklung gefährdet.

Als Nvidia vor genau drei Jahren als erste Hardware-Schmiede spezielle Raytracing-Rechenwerke in ihre Grafikprozessoren goss und obendrein mit weiteren Spezialeinheiten (Tensor-Kerne) Chip-Fläche „verschwendete", war der Aufschrei vieler Spieler groß. Man könne das doch weglassen und dafür mehr traditionelle Rechenwerke installieren. 36 Monate später zeigt sich, dass die ganze Industrie diesen Weg eingeschlagen hat. Turing alias Geforce RTX 20 hält sich prima und bietet alle modernen Features, der Ärger über den hohen Launch-Preis weicht der Freude über einen zukunftssicheren Kauf.

Irgendjemand muss eben den Anfang machen. Und dieser wurde bereits vor 2018 von einem Gremium rund um AMD, Nvidia, Intel, Microsoft und weitere große Player beschlossen. Das Ergebnis hört auf den Namen Direct X Raytracing (DXR) und standardisiert die Strahlverfolgung für PC-Spiele sowie eine Entsprechung in der Xbox Series X. Mittlerweile beherrscht auch die Windows-unabhängige Schnittstelle Vulkan Raytracing und jeder Entwickler, der etwas auf sich hält, hat mindestens Testläufe mit der „Zukunft der Grafik" gewagt.

Da Raytracing nicht nur viele alte und auch neuere Rasterizing-Probleme löst, sondern ein ganz neues Qualitätsniveau auf dem Weg zum Fotorealismus ermöglicht, führt langfristig kein Weg an dieser Technologie vorbei. Gerade Content Artists, welche seit Jahren damit beschäftigt sind, aufwendig Fake-Lichter und Schatten in Spielen zu platzieren, frohlocken angesichts der Möglichkeiten. Lichtquelle festlegen, Strahlen abschießen, fertig. Das Level ist zerstörbar? Kein Problem, die Beleuchtung passt sich sofort dynamisch an. Das einzige Problem, die hohen Leistungskosten, werden durch stetige Lerneffekte mit Optimierungen und natürlich kommende GPU-Hardware angegangen. Für die kommenden Monate sind mehr als 30 Spiele mit Raytracing angekündigt, darunter Größen wie Battlefield 2042, Far Cry 6 und Halo Infinite, der ganz große Durchbruch steht aber noch aus. *(ns/rv)*

Fazit PCGH

Raytracing 2021+

Wer möchte, kann in rund 40 PC-Spielen selektives Raytracing aktivieren. Mit Metro Exodus Enhanced Edition, Minecraft RTX und Quake 2 RTX stehen sogar schon Titel auf der Matte, deren Beleuchtung exklusiv auf Raytracing setzt und daher entsprechende Hardware benötigt – mit bildhübschen Auswirkungen. Die Technologie wird langfristig Rasterizing verdrängen.

Bild: Ubisoft

Far Cry 6 ist nur eines von vielen „Next-Generation"-Spielen im Herbst und Winter, welche sehenswerte Raytracing-Aufwertungen erhalten sollen.

Erhältliche PC-Spiele mit Raytracing (Stand: Anfang September 2021)

Spiel	Schnittstelle (API)	Weitere Informationen
Amid Evil	DirectX 12	Unreal Engine 4, RT-Reflexionen
Arcadegeddon	DirectX 12	Unreal Engine 4, RT-Reflexionen
The Ascent	DirectX 12	UE4, RT-Reflexionen, -Schatten und -AO
Battlefield 5	DirectX 12	Frostbite-Engine, RT-Reflexionen
Bright Memory	DirectX 12	Unreal Engine 4, RT-Reflexionen
Call of Duty Black Ops Cold War	DirectX 12	IW-Engine 8.x, RT-Schatten und -AO
Call of Duty Modern Warfare	DirectX 12	IW-Engine 8.x, RT-Schatten
Control	DirectX 12	Northlight-Engine, vollumfängliche RT-Effekte
Crysis Remastered	Vulkan	DX11-Vulkan-Hybrid, Software-RT
Cyberpunk 2077	DirectX 12	RED-Engine 4, vollumfängliche RT-Effekte
Deliver Us The Moon	DirectX 12	Unreal Engine 4, RT-Reflexionen
Dirt 5	DirectX 12	RT-Schatten
Doom Eternal	Vulkan	id Tech 7; RT-Support mit Version 6.0 integriert
F1 2021	DirectX 12	RT-Reflexionen und -Schatten
Fortnite	DirectX 12	Unreal Engine 4, vollumfängliche RT-Effekte
Ghostrunner	DirectX 12	Unreal Engine 4, RT-Reflexionen
Godfall	DirectX 12	Unreal Engine 4, RT-Schatten
Little Nightmares 2	DirectX 12	Unreal Engine 4, RT-Reflexionen
Mechwarrior 5	DirectX 12	Unreal Engine 4, RT-Reflexionen
Metro Exodus	DirectX 12	4A Engine, RT Global Illumination
Metro Exodus Enhanced Edition	DirectX 12	4A Engine, RT GI, Schatten & Reflexionen
Minecraft Windows 10 RTX	DirectX 12	Vollwertiges Pathtracing
Moonlight Blade	DirectX 12	RT Global Illumination & Ambient Occlusion
Mortal Shell	DirectX 12	RT-Schatten
Myst (Remake)	DirectX 12	Unreal Engine 4, RT-Reflexionen
Observer: System Redux	DirectX 12	Unreal Engine 4, RT-Reflexionen
Pumpkin Jack	DirectX 12	Unreal Engine 4, RT-Reflexionen
Quake 2 RTX	Vulkan	Vollwertiges Pathtracing
Resident Evil 8 Village	DirectX 12	RT-Beleuchtung & Reflexionen
Ring of Elysium	DirectX 12	Ray-traced Global Illumination
Shadow of the Tomb Raider	DirectX 12	RT-Schatten
Stay in the Light	DirectX 12	Kostenlos bei Steam; UE4, RT-Schatten
The Fabled Woods	DirectX 12	Unreal Engine 4, RT-Reflexionen & -GI
The Medium	DirectX 12	Unreal Engine 4, RT-Reflexionen & -Schatten
The Riftbreaker	DirectX 12	RT-Schatten; Finalversion erscheint im Herbst
Watch Dogs Legion	DirectX 12	Disrupt-Engine, RT-Reflexionen
Wolfenstein Youngblood	Vulkan	RT-Reflexionen – exklusiv auf RTX-GPUs
World of Warcraft Shadowlands	DirectX 12	RT-Schatten
Xuan-Yuan Sword 7	DirectX 12	Unreal Engine 4, RT-Reflexionen

Bemerkungen: Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, erreicht diese laut unserem Kenntnisstand jedoch.

PCGH

PCGH – Das IT-Magazin für Gamer.
Immer aktuell mit Kaufberatung,
Hintergrundartikeln und Praxistipps.

HARDCORE FÜR SCHRAUBER

WWW.PCGH.DE

PCGH bequem online bestellen: shop.pcgh.de

RYZEN
AMD
MPG X570S
CARBON MAX WIFI
MEG X570S ACE MAX
MAG X570S
TOMAHAWK MAX WIFI
EVOLUTION IN
VOLLENDUNG
X570S MOTHERBOARDS
Bis zu 65 € Cashback kassieren! Alle Infos zur Aktion:
msi